

PATENT COOPERATION TREATY

BEST AVAILABLE COPY

PCT

NOTIFICATION OF RECEIPT OF
RECORD COPY

(PCT Rule 24.2(a))

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

SUGAWARA, Seirin
Sakae Yamakichi Bldg.
9-30, Sakae 2-chome, Naka-ku
Nagoya-shi, Aichi 460-0008
Japan

Date of mailing (day/month/year) 18 September 2003 (18.09.03)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference PCT0300252S	International application No. PCT/JP03/09979

The applicant is hereby notified that the International Bureau has received the record copy of the international application as detailed below.

Name(s) of the applicant(s) and State(s) for which they are applicants:

SHIN-ETSU HANDOTAI CO.,LTD. et al (for all designated States except US)
NOTO, Nobuhiko et al (for US)

International filing date : 06 August 2003 (06.08.03)

Priority date(s) claimed : 07 August 2002 (07.08.02)

Date of receipt of the record copy
by the International Bureau : 29 August 2003 (29.08.03)

List of designated Offices :

EP : AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IT,LU,MC,NL,PT,RO,SE,SI,SK,TR
National : CN,KR,US

ATTENTION

The applicant should carefully check the data appearing in this Notification. In case of any discrepancy between these data and the indications in the international application, the applicant should immediately inform the International Bureau.

In addition, the applicant's attention is drawn to the information contained in the Annex, relating to:

- ☒ time limits for entry into the national phase - see updated important information (as of April 2002)
- ☒ confirmation of precautionary designations (if applicable)
- ☒ requirements regarding priority documents (if applicable)

A copy of this Notification is being sent to the receiving Office and to the International Searching Authority.

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No. (41-22) 338.70.10	Authorized officer: Arounni WETZLER (Fax 338 7010) Telephone No. (41-22) 338 8359
---	---

INFORMATION ON TIME LIMITS FOR ENTERING THE NATIONAL PHASE

The applicant is reminded that the "national phase" must be entered before each of the designated Offices indicated on the cover sheet of this Notification by paying national fees and furnishing translations, as prescribed by Articles 22 and 39 and the applicable national laws. In addition, the applicant may also have to comply with other special requirements applicable in certain Offices. It is the applicant's responsibility to ensure the necessary steps to enter the national phase are taken in a timely fashion. Most Offices do not issue reminders to applicants in connection with the entry into the national phase.

The applicable time limit for entering the national phase will, subject to what is said in the following paragraph, be **30 MONTHS** from the priority date, not only in respect of any elected Office where a demand for international preliminary examination is filed before the expiration of 19 months from the priority date (see Article 39(1)), but also in respect of any designated Office, in the absence of filing of such demand, where Article 22(1) as modified with effect from 1 April 2002 applies in respect of that designated Office. For further details, see PCT Gazette No. 44/2001 of 1 November 2001, pages 19926, 19932 and 19934, as well as the PCT Newsletter, October and November 2001 and February 2002 issues.

In practice, time limits other than the 30-month time limit will continue to apply, for various periods of time, in respect of certain designated or elected Offices. For regular updates on the applicable time limits (20, 21, 30 or 31 months, or other time limit), Office by Office, refer to the PCT Gazette ("Section IV" part published on a weekly basis), to the PCT Newsletter (on a monthly basis) and to the relevant National Chapters in Volume II of the PCT Applicant's Guide (the paper version of which is updated usually twice a year and the Internet version of which is updated usually on a weekly basis). Finally, a cumulative table of all applicable time limits for entering the national phase is available from WIPO's Internet site, via links from various pages the site including those of the Gazette, Newsletter and Guide, at <http://www.wipo.int/pct/en/index.html>.

Information about the requirements for filing a demand for international preliminary examination is set out in the PCT Applicant's Guide, Volume I/A, Chapter IX. Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination (at present, all PCT Contracting States are bound by Chapter II).

CONFIRMATION OF PRECAUTIONARY DESIGNATIONS

This notification lists only specific designations made under Rule 4.9(a) in the request. It is important to check that these designations are correct. Errors in designations can be corrected where precautionary designations have been made under Rule 4.9(b). The applicant is hereby reminded that any precautionary designations may be confirmed according to Rule 4.9(c) before the expiration of 15 months from the priority date (this time limit may not be extended). If it is not confirmed, it will automatically be regarded as withdrawn by the applicant. There will be no reminder and no invitation. Confirmation of a designation consists of the filing of a notice specifying the designated State concerned (with indication of the kind of protection or treatment desired) and the payment of the designation and confirmation fees. The Notice of confirmation and payment must reach the receiving Office within the 15-month time limit.

REQUIREMENTS REGARDING PRIORITY DOCUMENTS

For applicants who have not yet complied with the requirements regarding priority documents, the following is recalled.

Where the priority of an earlier national, regional or international application is claimed, the applicant must submit a copy of the said earlier application, certified by the authority with which it was filed ("the priority document") to the receiving Office (which will transmit it to the International Bureau) or directly to the International Bureau, before the expiration of 16 months from the priority date, provided that any such priority document may still be submitted to the International Bureau before that date of international publication of the international application, in which case that document will be considered to have been received by the International Bureau on the last day of the 16-month time limit (Rule 17.1(a)).

Where the priority document is issued by the receiving Office, the applicant may, instead of submitting the priority document, request the receiving Office to prepare and transmit the priority document to the International Bureau. Such request must be made before the expiration of the 16-month time limit and may be subjected by the receiving Office to the payment of a fee (Rule 17.1(b)).

If the priority document concerned is not submitted to the International Bureau or if the request to the receiving Office to prepare and transmit the priority document has not been made (and the corresponding fee, if any, paid) within the applicable time limit indicated under the preceding paragraphs, any designated State may disregard the priority claim, provided that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within the time limit which is reasonable under the circumstances.

Where several priorities are claimed, the priority date to be considered for the purposes of computing the 16-month time limit is the filing date of the earliest application whose priority is claimed.

From the INTERNATIONAL BUREAU

PCT

NOTICE INFORMING THE APPLICANT OF THE COMMUNICATION OF THE INTERNATIONAL APPLICATION TO THE DESIGNATED OFFICES

(PCT Rule 47.1(c), first sentence)

To:

SUGAWARA, Seirin
Sakae Yamakichi Bldg.
9-30, Sakae 2-chome, Naka-ku
Nagoya-shi, Aichi 460-0008
JAPON

Date of mailing (<i>day/month/year</i>) 19 February 2004 (19.02.2004)		
Applicant's or agent's file reference PCT0300252S		IMPORTANT NOTICE
International application No. PCT/JP2003/009979	International filing date (<i>day/month/year</i>) 06 August 2003 (06.08.2003)	
		Priority date (<i>day/month/year</i>) 07 August 2002 (07.08.2002)
Applicant SHIN-ETSU HANDOTAI CO.,LTD. et al		

1. Notice is hereby given that the International Bureau has **communicated**, as provided in Article 20, the international application to the following designated Offices on the date indicated above as the date of mailing of this notice:

CN, EP, KR, US

In accordance with Rule 47.1(c), third sentence, those Offices will accept the present notice as conclusive evidence that the communication of the international application has duly taken place on the date of mailing indicated above and no copy of the international application is required to be furnished by the applicant to the designated Office(s).

2. The following designated Offices have waived the requirement for such a communication at this time:

None

The communication will be made to those Offices only upon their request. Furthermore, those Offices do not require the applicant to furnish a copy of the international application (Rule 49.1(a-bis)).

3. Enclosed with this notice is a copy of the international application as published by the International Bureau on 19 February 2004 (19.02.2004) under No. WO 2004/015785

4. **TIME LIMITS for filing a demand for international preliminary examination and for entry into the national phase**

The applicable time limit for entering the national phase will, **subject to what is said in the following paragraph**, be **30 MONTHS** from the priority date, not only in respect of any elected Office if a demand for international preliminary examination is filed before the expiration of **19 months** from the priority date, but also in respect of any designated Office, in the absence of filing of such demand, where Article 22(1) as modified with effect from 1 April 2002 applies in respect of that designated Office. For further details, see *PCT Gazette* No. 44/2001 of 1 November 2001, pages 19926, 19932 and 19934, as well as the *PCT Newsletter*, October and November 2001 and February 2002 issues.

In practice, **time limits other than the 30-month time limit** will continue to apply, for various periods of time, in respect of certain designated or elected Offices. For **regular updates on the applicable time limits** (20, 21, 30 or 31 months, or other time limit), Office by Office, refer to the *PCT Gazette*, the *PCT Newsletter* and the *PCT Applicant's Guide*, Volume II, National Chapters, all available from WIPO's Internet site, at <http://www.wipo.int/pct/en/index.html>.

For filing a **demand for international preliminary examination**, see the *PCT Applicant's Guide*, Volume I/A, Chapter IX. Only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination (at present, all PCT Contracting States are bound by Chapter II).

It is the applicant's **sole responsibility** to monitor all these time limits.

<p>The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland</p> <p>Facsimile No.(41-22) 740.14.35</p>	<p>Authorized officer Gijsbertus Beijer - Carlos Roy</p> <p>Telephone No.(41-22) 338.91.11</p>
--	--

P C T

国際調査報告

(法 8 条、法施行規則第 40、41 条)
〔P C T 1 8 条、P C T 規則 43、44〕

出願人又は代理人 の書類記号 P C T 0 3 0 0 2 5 2 S	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(P C T / I S A / 2 2 0) 及び下記 5 を参照すること。	
国際出願番号 P C T / J P 0 3 / 0 9 9 7 9	国際出願日 (日.月.年) 0 6 . 0 8 . 0 3	優先日 (日.月.年) 0 7 . 0 8 . 0 2
出願人 (氏名又は名称) 信越半導体株式会社		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第 41 条 (P C T 1 8 条) の規定に従い出願人に送付する。
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 3 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出された磁気ディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された磁気ディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列と磁気ディスクによる配列表に記録した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない (第 I 欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している (第 II 欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第 III 欄に示されているように、法施行規則第 47 条 (P C T 規則 38.2(b)) の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から 1 カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、

第 5 図とする。 ☒ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☐ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L33/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L33/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2001-144322 A(株式会社東芝) (ファミリーなし) 全文全図 2001.05.25	1-20
A	JP 2000-196152 A(株式会社東芝) (ファミリーなし) 段落0037 2000.07.14	1-20
A	US 5481122 A1 (Industrial Technology Research Institute) & US 35665 E 全文全図 1996.01.02	1-20

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

11.11.03

国際調査報告の発送日

02.12.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

近藤 幸浩

印

2K

8422

電話番号 03-3581-1101 内線 3253

C (続き) . 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示		関連する 請求の範囲の番号
A	US 6057562 A1 (Epistar Corp.) & TW 417308 B & DE 19817368 A1 & JP 11-17220 A 全文全図	2000. 05. 02	1-20
A	US 6350997 B1 (Kabushiki Kaisha Toshiba) & TW 417142 B & JP 11-307810 A 全文全図 FIG. 3	2002. 02. 26	1-20 9-11, 17-20
A	JP 2001-223384 A(株式会社東芝) & TW 483205 B 全文全図 図 5	2001. 08. 17	1-20 9-11, 17-20
PX PY	JP 2003-174197 A(信越半導体株式会社) 全文全図 (ファミリーなし)	2003. 06. 20	1-10, 12-19 11, 20

● 特 許 協 力 条 約 ●

発信人 日本国特許庁（国際調査機関）

出願人代理人

菅原 正倫

殿

あて名

〒460-0008

愛知県名古屋市中区栄2丁目9番30号 栄
山吉ビル 菅原国際特許事務所

P C T

調査用写しの受理通知書

（法施行規則第39条）
〔PCT規則25.1〕

PCT/JP03/09979

SA202

発送日（日．月．年）

26.08.03

出願人又は代理人

の書類記号

PCT0300252S

重 要 な 通 知

国際出願番号

PCT/JP03/09979

国際出願日（日．月．年）

06.08.03

優先日（日．月．年）

07.08.02

出願人（氏名又は名称）

信越半導体株式会社

1. 国際調査機関と受理官庁が同一の機関でない場合、

国際出願の調査用写しを国際調査機関が下記の日に受理したので通知する。

国際調査機関と受理官庁が同一の機関である場合、

国際出願の調査用写しを下記の日に受理したので通知する。

26日08月03年（受理の日）

2. ☐ 調査用写しには、コンピューター読取りが可能な形式によるヌクレオチド又はアミノ酸の配列表が添付されている。

3. 国際調査報告の作成期間

国際調査報告の作成期間は、上記受理の日から3箇月の期間又は優先日から9箇月の期間のいずれか遅く満了する期間である。

4. この通知書の写しは、国際事務局及び上記1の第1文が適用される場合には受理官庁に送付した。

名称及びあて名

日本国特許庁（ISA/JP）

郵便番号 100-8915 TEL 03-3592-1308

日本国東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

様式PCT/ISA/202（1998年7月）

権限のある職員

特 許 庁 長 官

発信人 日本国特許庁（国際調査機関）

出願人代理人

菅 原 正 倫

殿

あて名

〒 460-0008

愛知県名古屋市中区
栄2丁目9番30号
栄山吉ビル

菅原国際特許事務所

P C T

国際調査報告又は国際調査報告を作成しない旨
の決定の送付の通知書(法施行規則第41条)
〔PCT規則44.1〕発送日
(日.月.年)

02.12.03

出願人又は代理人
の書類記号

PCT0300252S

今後の手続きについては、下記1及び4を参照。

国際出願番号

PCT/JPO3/09979

国際出願日
(日.月.年)

06.08.03

出願人（氏名又は名称）

信越半導体株式会社

1. ☒ 国際調査報告が作成されたこと、及びこの送付書とともに送付することを、出願人に通知する。
PCT19条の規定に基づく補正書及び説明書の提出

出願人は、国際出願の請求の範囲を補正することができる（PCT規則46参照）。

いつ 補正書の提出期間は、通常国際調査報告の送付の日から2月である。

どこへ 直接次の場所へ

The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland
Facsimile No.: (41-22)740.14.35

詳細な手続については、添付用紙の備考を参照すること。

2. ☐ 国際調査報告が作成されないこと、及び法第8条第2項（PCT17条(2)(a)）の規定による国際調査報告を作成しない旨の決定をこの送付書とともに送付することを、出願人に通知する。
3. ☐ 法施行規則第44条（PCT規則40.2）に規定する追加手数料の納付に対する異議の申立てに関して、出願人に下記の点を通知する。
- ☐ 異議の申立てと当該異議についての決定を、その異議の申立てと当該異議についての決定の両方を指定官庁へ送付することを求める出願人の請求とともに、国際事務局へ送付した。
- ☐ 当該異議についての決定は、まだ行われていない。決定されしだい出願人に通知する。

4. 今後の手続： 出願人は次の点に注意すること。

優先日から18月経過後、国際出願は国際事務局によりすみやかに国際公開される。出願人が公開の延期を望むときは、国際出願又は優先権の主張の取下げの通知がPCT規則90の2.1及び90の2.3にそれぞれ規定されているように、国際公開の事務的な準備が完了する前に国際事務局に到達しなければならない。

いくつかの指定官庁については、出願人が国内段階の開始を優先日から30月まで（官庁によってはさらに遅くまで）延期することを望むときは、優先日から19月以内に、国際予備審査の請求書が提出されなければならない。そうでなければ、出願人はそれらの指定官庁に対して優先日から20月以内に、国内段階の開始のための所定の手続を取らなければならない。

その他の指定官庁については、19月以内に国際予備審査の請求書が提出されない場合にも、30月の（あるいはさらに遅い）期限が適用される。

様式PCT/IB/301の付属書類を参照。個々の指定官庁で適用される期限の詳細については、PCT出願人の手引、第II巻、国内段階およびWIPOインターネットサイトを参照。

名称及びあて名

日本国特許庁（ISA/JP）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

権限のある職員

特 許 庁 長 官

2 K

8 4 2 2

電話番号 03-3581-1101 内線 3253

注 意

1. 国際調査報告の発送日から起算する条約第19条(1)及び規則46.1に従う国際事務局への補正期間に注意してください。
2. 条約22条(2)に規定する期間に注意してください。

3. 文献の写しの請求について

国際調査報告に記載した文献の複写

特許庁にこれらの引用文献の写しを請求することもできますが、独立行政法人工業所有権総合情報館(特許庁庁舎2階)で公報類の閲覧・複写および公報以外の文献複写等の取り扱いをしています。

[担当及び照会先]

〒100-0013 東京都千代田区霞が関3丁目4番3号(特許庁庁舎2階)

独立行政法人工業所有権総合情報館

【公報類】 閲覧部 TEL 03-3581-1101 内線3811~2

【公報以外】 資料部 TEL 03-3581-1101 内線3831~3

また、(財)日本特許情報機構でも取り扱いをしています。

これらの引用文献の複写を請求する場合は下記の点に注意してください。

[申込方法]

(1) 特許(実用新案・意匠)公報については、下記の点を明記してください。

○特許・実用新案及び意匠の種類

○出願公告又は出願公開の年次及び番号(又は特許番号、登録番号)

○必要部数

(2) 公報以外の文献の場合は、下記の点に注意してください。

○国際調査報告の写しを添付してください(返却します)。

[申込み及び照会先]

〒135-0016 東京都江東区東陽4-1-7 佐藤ビル

財団法人 日本特許情報機構 情報処理部業務課

TEL 03-3508-2313

注意 特許庁に対して文献の写しの請求をすることができる期間は、国際出願日から7年です。

様式PCT/ISA/220の備考

この備考は、PCT 19条の規定に基づく補正書の提出に関する基本的な指示を与えるためのものである。この備考は特許協力条約並びにこの条約に基づく規則及び実施細則の規定に基づいている。この備考とそれらの規定とが相違する場合には、後者が適用される。詳細な情報については、WIPOの出版物であるPCT出願人の手引も参照すること。

PCT 19条の規定に基づく補正書の提出に関する指示

出願人は、国際調査報告を受領した後、国際出願の請求の範囲を補正する機会が一回ある。しかし、国際出願のすべての部分（請求の範囲、明細書及び図面）が、国際予備審査の手續においても補正できるもので、例えば出願人が仮保護のために補正書を公開することを希望する場合又は国際公開前に請求の範囲を補正する別の理由がある場合を除き、通常PCT 19条の規定に基づく補正書を提出する必要はないことを強調しておく。さらに、仮保護は一部の国のみで与えられるだけであることも強調しておく。

補正の対象となるもの

PCT 19条の規定により請求の範囲のみ補正することができる。

国際段階においてPCT 34条の規定に基づく国際予備審査の手續において請求の範囲を（更に）補正することができる。

明細書及び図面は、PCT 34条の規定に基づく国際予備審査の手續においてのみ補正することができる。

国内段階に移行する際、PCT 28条（又はPCT 41条）の規定により、国際出願のすべての部分を補正することができる。

いつ

国際調査報告の送付の日から2月又は優先日から16月の内どちらか遅く満了するほうの期間内。しかし、その期間の満了後であっても国際公開の技術的な準備の完了前に国際事務局が補正を受領した場合には、その補正書は、期間内に受理されたものとみなすことを強調しておく（PCT規則46.1）。

補正書を提出すべきところ

補正書は、国際事務局のみに提出でき、受理官庁又は国際調査機関には提出してはいけない（PCT規則46.2）。国際予備審査の請求書を提出した／する場合については、以下を参照すること。

どのように

1以上の請求の範囲の削除、1以上の新たな請求の範囲の追加、又は1以上の請求の範囲の記載の補正による。

差替え用紙は、補正の結果、出願当初の用紙と相違する請求の範囲の各用紙毎に提出する。

差替え用紙に記載されているすべての請求の範囲には、アラビア数字を付さなければならない。請求の範囲を削除する場合、その他の請求の範囲の番号を付け直す必要はない。請求の範囲の番号を付け直す場合には、連続番号で付け直すなければならない（PCT実施細則第205号(b)）。

補正は国際公開の言語で行う。

補正書にどのような書類を添付しなければならないか

書簡（PCT実施細則第205号(b)）

補正書には書簡を添付しなければならない。

書簡は国際出願及び補正された請求の範囲とともに公開されることはない。これを「PCT 19条(1)に規定する説明書」と混同してはならない（「PCT 19条(1)に規定する説明書」については、以下を参照）。

書簡は、英語又は仏語を選択しなければならない。ただし、国際出願の言語が英語の場合、書簡は英語で、仏語の場合、書簡は仏語で記載しなければならない。

書簡には、出願時の請求の範囲と補正された請求の範囲との相違について表示しなければならない。特に、国際出願に記載した各請求の範囲との関連で次の表示（2以上の請求の範囲についての同一の表示する場合は、まとめることができる。）をしなければならない。

- (i) この請求の範囲は変更しない。
- (ii) この請求の範囲は削除する。
- (iii) この請求の範囲は追加である。
- (iv) この請求の範囲は出願時の1以上の請求の範囲と差し替える。
- (v) この請求の範囲は出願時の請求の範囲の分割の結果である。

次に、添付する書簡中での、補正についての説明の例を示す。

1. [請求の範囲の一部の補正によって請求の範囲の項数が48から51になった場合] :
“請求の範囲1-29、31、32、34、35、37-48項は、同じ番号のもとに補正された請求の範囲と置き換えられた。請求の範囲30、33及び36項は変更なし。新たに請求の範囲49-51項が追加された。”
2. [請求の範囲の全部の補正によって請求の範囲の項数が15から11になった場合] :
“請求の範囲1-15項は、補正された請求の範囲1-11項に置き換えられた。”
3. [原請求の範囲の項数が14で、補正が一部の請求の範囲の削除と新たな請求の範囲の追加を含む場合] :
“請求の範囲1-6及び14項は変更なし。請求の範囲7-13は削除。新たに請求の範囲15、16及び17項を追加。”又は
“請求の範囲7-13は削除。新たに請求の範囲15、16及び17項を追加。その他の全ての請求の範囲は変更なし。”
4. [各種の補正がある場合] :
“請求の範囲1-10項は変更なし。請求の範囲11-13、18及び19項は削除。請求の範囲14、15及び16項は補正された請求の範囲14項に置き換えられた。請求の範囲17項は補正された請求の範囲15、16及び17項に分割された。新たに請求の範囲20及び21項が追加された。”

“PCT19条(1)の規定に基づく説明書”(PCT規則46.4)

補正書には、補正並びにその補正が明細書及び図面に与える影響についての説明書を提出することができる(明細書及び図面はPCT19条(1)の規定に基づいては補正できない)。

説明書は、国際出願及び補正された請求の範囲とともに公開される。

説明書は、国際公開の言語で作成しなければならない。

説明書は、簡潔でなければならず、英語の場合又は英語に翻訳した場合に500語を越えてはならない。

説明書は、出願時の請求の範囲と補正された請求の範囲との相違を示す書簡と混同してはならない。説明書を、その書簡に代えることはできない。説明書は別紙で提出しなければならず、見出しを付すものとし、その見出しは“PCT19条(1)の規定に基づく説明書”の語句を用いることが望ましい。

説明書には、国際調査報告又は国際調査報告に列記された文献との関連性に関して、これらを誹謗する意見を記載してはならない。国際調査報告に列記された特定の請求の範囲に関連する文献についての言及は、当該請求の範囲の補正に関してのみ行うことができる。

国際予備審査の請求書が提出されている場合

PCT19条の規定に基づく補正書及び添付する説明書の提出の時に国際予備審査の請求書が既に提出されている場合には、出願人は、補正書(及び説明書)を国際事務局に提出すると同時にその写し及び必要な場合、その翻訳文を国際予備審査機関にも提出することが望ましい(PCT規則55.3(a)、62.2の第1文を参照)。詳細は国際予備審査請求書(PCT/IPEA/401)の注意書参照。

国内段階に移行するための国際出願の翻訳に関して

国内段階に移行する際、PCT19条の規定に基づいて補正された請求の範囲の翻訳を出願時の請求の範囲の翻訳の代わりに又は追加して、指定官庁/選択官庁に提出しなければならないこともあるので、出願人は注意されたい。

指定官庁/選択官庁の詳細な要求については、PCT出願人の手引きの第II巻を参照。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/09979

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01L33/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01L33/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-144322 A (Toshiba Corp.), 25 May, 2001 (25.05.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-20
A	JP 2000-196152 A (Toshiba Corp.), 14 July, 2000 (14.07.00), Par. No. [0037] (Family: none)	1-20
A	US 5481122 A1 (Industrial Technology Research Institute), 02 January, 1996 (02.01.96), Full text; all drawings & US 35665 E	1-20



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T"

later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&"

document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
11 November, 2003 (11.11.03)Date of mailing of the international search report
02 December, 2003 (02.12.03)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/09979

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6057562 A1 (Epistar Corp.), 02 May, 2000 (02.05.00), Full text; all drawings & TW 417308 B & DE 19817368 A1 & JP 11-17220 A	1-20
A	US 6350997 B1 (Kabushiki Kaisha Toshiba), 26 February, 2002 (26.02.02), Full text; all drawings Fig. 3 & TW 417142 B & JP 11-307810 A	1-20 9-11,17-20
A	JP 2001-223384 A (Kabushiki Kaisha Toshiba), 17 August, 2001 (17.08.01), Full text; all drawings Fig. 5 & TW 483205 B	1-20 9-11,17-20
P,X P,Y	JP 2003-174197 A (Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.), 20 June, 2003 (20.06.03), Full text; all drawings (Family: none)	1-10,12-19 11,20

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L33/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L33/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2001-144322 A(株式会社東芝) (ファミリーなし) 全文全図 2001.05.25	1-20
A	JP 2000-196152 A(株式会社東芝) (ファミリーなし) 段落0037 2000.07.14	1-20
A	US 5481122 A1 (Indusrial Technology Research Institute) & US 35665 E 全文全図 1996.01.02	1-20

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

11.11.03

国際調査報告の発送日

02.12.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

近藤 幸浩



2K

8422

電話番号 03-3581-1101 内線 3253

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	US 6057562 A1 (Epistar Corp.) 2000. 05. 02 & TW 417308 B & DE 19817368 A1 & JP 11-17220 A 全文全図	1-20
A	US 6350997 B1 (Kabushiki Kaisha Toshiba) 2002. 02. 26 & TW 417142 B & JP 11-307810 A 全文全図 FIG. 3	1-20 9-11, 17-20
A	JP 2001-223384 A(株式会社東芝) 2001. 08. 17 & TW 483205 B 全文全図 図 5	1-20 9-11, 17-20
PX PY	JP 2003-174197 A(信越半導体株式会社) 全文全図 2003. 06. 20 (ファミリーなし)	1-10, 12-19 11, 20

特許協力条約

発信人 日本国特許庁（受理官庁）

出願人代理人

菅原 正倫

殿

あて名

〒460-0008

愛知県名古屋市中区栄2丁目9番30号 栄
山吉ビル 菅原国際特許事務所

P C T

国際出願番号及び 国際出願日の通知書

（法施行規則第22条、第23条）
〔PCT規則20.5(c)〕

PCT/JP03/09979

RO105

発送日（日．月．年）

26.08.03

出願人又は代理人
の書類記号

PCT0300252S

重 要 な 通 知

国際出願番号

PCT/JP03/09979

国際出願日（日．月．年）

06.08.03

優先日（日．月．年）

07.08.02

出願人（氏名又は名称）

信越半導体株式会社

1. この国際出願は、上記の国際出願番号及び国際出願日が付与されたことを通知する。

記録原本は、26日08月03年 に国際事務局に送付した。

注 意

- 国際出願番号は、特許協力条約を表示する「PCT」の文字、斜線、受理官庁を表示する2文字コード（日本の場合JP）、西暦年の最後から2桁の数字、斜線、及び5桁の数字からなっています。
- 国際出願日は、「特許協力条約に基づく国際出願に関する法律」第4条第1項の要件を満たした国際出願に付与されます。
- あて名等を変更したときは、速やかにあて名の変更届等を提出して下さい。
- 電子計算機による漢字処理のため、漢字の一部を当用漢字、又は、仮名に置き換えて表現してある場合もありますので御了承下さい。
- この通知に記載された出願人のあて名、氏名（名称）に誤りがあるときは申出により訂正します。
- 国際事務局は、受理官庁から記録原本を受領した場合には、出願人にその旨を速やかに通知（様式PCT/IB/301）する。記録原本を優先日から14箇月が満了しても受領していないときは、国際事務局は出願人にその旨を通知する。〔PCT規則22.1(c)〕

名称及びあて名

日本国特許庁（RO/JP）

郵便番号 100-8915 TEL 03-3592-1308

日本国東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

様式PCT/RO/105（1998年7月）

権限のある職員

特 許 庁 長 官

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION CONCERNING
SUBMISSION OR TRANSMITTAL
OF PRIORITY DOCUMENT

(PCT Administrative Instructions, Section 411)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

SUGAWARA, Seirin
Sakae Yamakichi Bldg.
9-30, Sakae 2-chome, Naka-ku
Nagoya-shi, Aichi 460-0008
Japan

Date of mailing (day/month/year) 01 October 2003 (01.10.03)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference PCT0300252S	
International application No. PCT/JP03/09979	International filing date (day/month/year) 06 August 2003 (06.08.03)
International publication date (day/month/year) Not yet published	Priority date (day/month/year) 07 August 2002 (07.08.02)
Applicant SHIN-ETSU HANDOTAI CO.,LTD. et al	

1. The applicant is hereby notified of the date of receipt (except where the letters "NR" appear in the right-hand column) by the International Bureau of the priority document(s) relating to the earlier application(s) indicated below. Unless otherwise indicated by an asterisk appearing next to a date of receipt, or by the letters "NR", in the right-hand column, the priority document concerned was submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b).
2. This updates and replaces any previously issued notification concerning submission or transmittal of priority documents.
3. An asterisk(*) appearing next to a date of receipt, in the right-hand column, denotes a priority document submitted or transmitted to the International Bureau but not in compliance with Rule 17.1(a) or (b). In such a case, **the attention of the applicant is directed** to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.
4. The letters "NR" appearing in the right-hand column denote a priority document which was not received by the International Bureau or which the applicant did not request the receiving Office to prepare and transmit to the International Bureau, as provided by Rule 17.1(a) or (b), respectively. In such a case, **the attention of the applicant is directed** to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

<u>Priority date</u>	<u>Priority application No.</u>	<u>Country or regional Office or PCT receiving Office</u>	<u>Date of receipt of priority document</u>
07 Augu 2002 (07.08.02)	2002-230343	JP	26 Sept 2003 (26.09.03)

The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No. (41-22) 338.70.10

Authorized officer

Farid ABBOU

Telephone No. (41-22) 338 8169

特許協力条約に基づく国際出願願書

PCT0300252S

原本（出願用） - 印刷日時 2003年08月04日（04.08.2003）月曜日 14時37分50秒

0	受理官庁記入欄	
0-1	国際出願番号	
0-2	国際出願日	
0-3	(受付印)	
0-4	様式-PCT/R0/101 この特許協力条約に基づく国際出願願書は、 0-4-1 右記によって作成された。	PCT-EASY Version 2.92 (updated 01.07.2003)
0-5	申立て 出願人は、この国際出願が特許協力条約に従って処理されることを請求する。	
0-6	出願人によって指定された受理官庁	日本国特許庁 (R0/JP)
0-7	出願人又は代理人の書類記号	PCT0300252S
I	発明の名称	発光素子の製造方法及び発光素子
II	出願人	
II-1	この欄に記載した者は	出願人である (applicant only)
II-2	右の指定国についての出願人である。	米国を除くすべての指定国 (all designated States except US)
II-4ja	名称	信越半導体株式会社
II-4en	Name	SHIN-ETSU HANDOTAI CO., LTD.
II-5ja	あて名:	100-0005 日本国 東京都 千代田区 丸の内1丁目4番2号
II-5en	Address:	4-2, Marunouchi 1-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0005 Japan
II-6	国籍 (国名)	日本国 JP
II-7	住所 (国名)	日本国 JP
II-8	電話番号	03-3214-1831
II-9	ファクシミリ番号	03-3215-9040
III-1	その他の出願人又は発明者	
III-1-1	この欄に記載した者は	出願人である (applicant only)
III-1-2	右の指定国についての出願人である。	米国を除くすべての指定国 (all designated States except US)
III-1-4ja	名称	株式会社ナノテコ
III-1-4en	Name	NANOTECH Corporation
III-1-5ja	あて名:	181-0013 日本国 東京都 三鷹市 下連雀3丁目38番地4号 三鷹産業プラザ408
III-1-5en	Address:	Mitaka Sangyo Plaza 408, 38-4, Shimorenjaku 3-chome, Mitaka-shi, Tokyo 181-0013 Japan
III-1-6	国籍 (国名)	日本国 JP
III-1-7	住所 (国名)	日本国 JP

III-2 III-2-1	その他の出願人又は発明者 この欄に記載した者は	出願人及び発明者である (applicant and inventor)
III-2-2	右の指定国についての出願人である。	米国のみ (US only)
III-2-4j a	氏名(姓名)	能登 宣彦
III-2-4e n	Name (LAST, First)	NOTO, Nobuhiko
III-2-5j a	あて名:	379-0196 日本国 群馬県 安中市 磯部二丁目13番1号 信越半導体株式会社 半導体磯部研究所内
III-2-5e n	Address:	c/o SHIN-ETSU HANDOTAI CO., LTD., Isobe R&D Center, 13-1, Isobe 2-chome, Annaka-shi, Gunma 379-0196 Japan
III-2-6	国籍 (国名)	日本国 JP
III-2-7	住所 (国名)	日本国 JP
III-3 III-3-1	その他の出願人又は発明者 この欄に記載した者は	出願人及び発明者である (applicant and inventor)
III-3-2	右の指定国についての出願人である。	米国のみ (US only)
III-3-4j a	氏名(姓名)	山田 雅人
III-3-4e n	Name (LAST, First)	YAMADA, Masato
III-3-5j a	あて名:	379-0196 日本国 群馬県 安中市 磯部二丁目13番1号 信越半導体株式会社 磯部工場内
III-3-5e n	Address:	c/o SHIN-ETSU HANDOTAI CO., LTD., Isobe Plant, 13-1, Isobe 2-chome, Annaka-shi, Gunma 379-0196 Japan
III-3-6	国籍 (国名)	日本国 JP
III-3-7	住所 (国名)	日本国 JP
III-4 III-4-1	その他の出願人又は発明者 この欄に記載した者は	出願人及び発明者である (applicant and inventor)
III-4-2	右の指定国についての出願人である。	米国のみ (US only)
III-4-4j a	氏名(姓名)	野崎 眞次
III-4-4e n	Name (LAST, First)	NOZAKI, Shinji
III-4-5j a	あて名:	214-0032 日本国 神奈川県 川崎市 枳形6-5-2 フローラルガーデン向ヶ丘遊園308
III-4-5e n	Address:	308, Floral Garden Mukougaoka-yuuen, 5-2, Masugata 6-chome, Kawasaki-shi, Kanagawa 214-0032 Japan
III-4-6	国籍 (国名)	日本国 JP
III-4-7	住所 (国名)	日本国 JP

特許協力条約に基づく国際出願願書

PCT0300252S

原本(出願用) - 印刷日時 2003年08月04日 (04.08.2003) 月曜日 14時37分50秒

III-5 III-5-1	その他の出願人又は発明者 この欄に記載した者は	出願人及び発明者である (applicant and inventor) 米国のみ (US only)
III-5-2	右の指定国についての出願人である。	
III-5-4j a	氏名(姓名)	内田 和男
III-5-4e n	Name (LAST, First)	UCHIDA, Kazuo
III-5-5j a	あて名:	146-0085 日本国 東京都 大田区 久が原 4-5-7
III-5-5e n	Address:	5-7, Kugahara 4-chome, Ohta-ku, Tokyo 146-0085 Japan
III-5-6	国籍(国名)	日本国 JP
III-5-7	住所(国名)	日本国 JP
III-6 III-6-1	その他の出願人又は発明者 この欄に記載した者は	出願人及び発明者である (applicant and inventor) 米国のみ (US only)
III-6-2	右の指定国についての出願人である。	
III-6-4j a	氏名(姓名)	森崎 弘
III-6-4e n	Name (LAST, First)	MORISAKI, Hiroshi
III-6-5j a	あて名:	350-2204 日本国 埼玉県 鶴ヶ島市 鶴が丘 27-16-606
III-6-5e n	Address:	27-16-606, Tsurugaoka, Tsurugashima-shi, Saitama 350-2204 Japan
III-6-6	国籍(国名)	日本国 JP
III-6-7	住所(国名)	日本国 JP
IV-1 IV-1-1ja IV-1-1en IV-1-2ja IV-1-2en IV-1-3 IV-1-4	代理人又は共通の代表者、通知のあて名 下記の者は国際機関において右記のごとく出願人のために行動する。 氏名(姓名) Name (LAST, First) あて名: Address: 電話番号 ファクシミリ番号	代理人 (agent) 菅原 正倫 SUGAWARA, Seirin 460-0008 日本国 愛知県 名古屋市中区 栄二丁目9番30号 栄山吉ビル Sakae Yamakichi Bldg. 9-30, Sakae 2-chome, Naka-ku, Nagoya-shi, Aichi 460-0008 Japan 052-212-1301 052-212-1302
V V-1	国の指定 広域特許 (他の種類の保護又は取扱いを求める場合には括弧内に記載する。)	EP: AT BE BG CH&LI CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL PT RO SE SI SK TR 及びヨーロッパ特許条約と特許協力条約の締約国である他の国
V-2	国内特許 (他の種類の保護又は取扱いを求める場合には括弧内に記載する。)	CN KR US

特許協力条約に基づく国際出願願書

PCT0300252S


原本（出願用） - 印刷日時 2003年08月04日（04.08.2003）月曜日 14時37分50秒

V-5	指定の確認の宣言 出願人は、上記の指定に加えて、規則4.9(b)の規定に基づき、特許協力条約のもとで認められる他の全ての国の指定を行う。ただし、V-6欄に示した国の指定を除く。出願人は、これらの追加される指定が確認を条件としていること、並びに優先日から15月が経過する前にその確認がなされない指定は、この期間の経過時に、出願人によって取り下げられたものとみなされることを宣言する。		
V-6	指定の確認から除かれる国	なし (NONE)	
VI-1	先の国内出願に基づく優先権主張 出願日	2002年08月07日 (07.08.2002)	
VI-1-1	出願番号	特願2002-230343	
VI-1-2	出願番号		
VI-1-3	国名	日本国 JP	
VI-2	優先権証明書送付の請求 上記の先の出願のうち、右記の番号のものについては、出願書類の認証謄本を作成し国際事務局へ送付することを、受理官庁に対して請求している。	VI-1	
VII-1	特定された国際調査機関(ISA)	日本国特許庁 (ISA/JP)	
VIII	申立て	申立て数	
VIII-1	発明者の特定に関する申立て	-	
VIII-2	出願し及び特許を与えられる国際出願日における出願人の資格に関する申立て	-	
VIII-3	先の出願の優先権を主張する国際出願日における出願人の資格に関する申立て	-	
VIII-4	発明者である旨の申立て（米国を指定国とする場合）	-	
VIII-5	不利にならない開示又は新規性喪失の例外に関する申立て	-	
IX	照合欄	用紙の枚数	添付された電子データ
IX-1	願書（申立てを含む）	5	-
IX-2	明細書	17	-
IX-3	請求の範囲	4	-
IX-4	要約	1	EZABST00.TXT
IX-5	図面	8	-
IX-7	合計	35	
	添付書類	添付	添付された電子データ
IX-8	手数料計算用紙	✓	-
IX-9	個別の委任状の原本	✓	-
IX-17	PCT-EASYディスク	-	フレキシブルディスク
IX-18	その他	国際事務局の口座への振り込みを証明する書面	-
IX-18	その他	納付する手数料に相当する特許印紙を貼付した書面	-

特許協力条約に基づく国際出願願書

PCT0300252S

原本（出願用） - 印刷日時 2003年08月04日（04.08.2003）月曜日 14時37分50秒

IX-19	要約書とともに提示する図の番号	5
IX-20	国際出願の使用言語名:	日本語
X-1	提出者の記名押印	
X-1-1	氏名(姓名)	菅原 正倫

受理官庁記入欄

10-1	国際出願として提出された書類の実際の受理の日	
10-2	図面:	
10-2-1	受理された	
10-2-2	不足図面がある	
10-3	国際出願として提出された書類を補完する書類又は図面であってその後期間内に提出されたものの実際の受理の日（訂正日）	
10-4	特許協力条約第11条(2)に基づく必要な補完の期間内の受理の日	
10-5	出願人により特定された国際調査機関	ISA/JP
10-6	調査手数料未払いにつき、国際調査機関に調査用写しを送付していない	

国際事務局記入欄

11-1	記録原本の受理の日	
------	-----------	--

PCT手数料計算用紙(願書付属書)

PCT0300252S

原本(出願用) - 印刷日時 2003年08月04日 (04.08.2003) 月曜日 14時37分50秒

[この用紙は、国際出願の一部を構成せず、国際出願の用紙の枚数に算入しない]

0	受理官庁記入欄		
0-1	国際出願番号		
0-2	受理官庁の日付印		
0-4	様式-PCT/E0/101 (付属書)		
0-4-1	このPCT手数料計算用紙は、 右記によって作成された。	PCT-EASY Version 2.92 (updated 01.07.2003)	
0-9	出願人又は代理人の書類記号	PCT0300252S	
2	出願人	信越半導体株式会社	
12	所定の手数料の計算	金額/係数	小計 (JPY)
12-1	送付手数料 T	⇒	18,000
12-2-1	調査手数料 S	⇒	72,000
12-2-2	国際調査機関	JP	
12-3	国際手数料		
	基本手数料 (最初の30枚まで) b1	54,000	
12-4	30枚を越える用紙の枚数	5	
12-5	用紙1枚の手数料 (X)	1,200	
12-6	合計の手数料 b2	6,000	
12-7	b1 + b2 = B	60,000	
12-8	指定手数料		
	国際出願に含まれる指定国 数	4	
12-9	支払うべき指定手数料の数 (上限は5)	4	
12-10	1指定当たりの手数料 (X)	11,600	
12-11	合計の指定手数料 D	46,400	
12-12	PCT-EASYによる料金の減 額 R	-16,600	
12-13	国際手数料の合計 (B+D-R) I	⇒	89,800
12-14	優先権証明書請求手数料		
	優先権証明書を請求した数	1	
12-15	1 優先権証明書当たり (X) の手数料	1,400	
12-16	優先権証明書請求手数料の 合計 P	⇒	1,400
12-17	納付すべき手数料の合計 (T+S+I+P)	⇒	181,200
12-19	支払方法	送付手数料: 特許印紙 調査手数料: 特許印紙 国際手数料: 銀行口座への振込み 優先権証明書請求手数料: 特許印紙	

EASYによるチェック結果と出願人による言及

13-1-1	出願人による言及	弁理士 9575 菅原 正倫
--------	----------	----------------

13-2-2	EASYによるチェック結果 指定国	Green? より多くの指定が可能です。(以下の国が指定からはずされています: AP:(GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW); EA:(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM); OA:(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG); AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, LI, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW) 確認してください。
13-2-3	EASYによるチェック結果 氏名(名称)	Green? 出願人 2: 英文表記での名称はできるだけ大文字で記入してください。
13-2-10	EASYによるチェック結果 注釈	Green? 願書に表示しなければならない通常の項目はすべて他のPCT-EASYの機能で入力することができます。言及を用いた表示の有効性について確認してください。
13-2-11	EASYによるチェック結果 受理官庁/国際事務局記入欄	Green? この願書を作成したPCT-EASYは英語版ないし西欧言語版以外のWindows上で動作しています。ASCII文字以外の文字について、願書と電子データを注意して比較してください。



送付手数料・調査手数料 90,000円

お返し日

	UFJ	他行
3万円以上	525	840
3万円未満	315	630

消費税込手数料

消費税込手数料

UFJ銀行

- 振込先銀行への通知は、受取人名等をカナ文字により送信します。
- 振込依頼書に記郵相違等のない場合には、照会等のために振込が遅延することがあります。
- 振込依頼書に記郵相違等のある場合は、回線の障害によって振込が遅延することがあります。ご容赦ください。
- ご指定の口座から預金を払戻し振込の場合、その払戻しができるいときは振込ができますので、ご注意ください。
- ご指定の口座へ振込みができない場合などに必要となりますので、依頼人が大切に保管してください。

基本手数料	60,000円
指定手数料	46,400円
PCT-EASYによる減額	-16,600円
合 計	89,800円

委 任 状

2003年 7 月 18 日

私は、弁理士 菅原 正倫 氏を代理人と定めて、下記の権限を委任します。

記

1. 特許協力条約に基づく国際出願

「発光素子の製造方法及び発光素子」

に関する一切の件

2. 上記出願及び指定国の指定を取下げる件

3. 上記出願についての国際予備審査の請求に関する一切の件並びに請求及び選択国の選択を取下げる件

あて名	東京都千代田区丸の内1丁目4番2号
名称	信越半導体株式会社
代表者	小柳 俊一



あて名	東京都三鷹市下連雀3丁目38番地4号
	三鷹産業プラザ408
名称	株式会社ナノテコ
代表者	加藤 修一



あて名	群馬県安中市磯部二丁目13番1号
	信越半導体株式会社 半導体磯部研究所内
氏名	能登 宣彦



委任状

2003年 7 月 18 日

私は、弁理士 菅原 正倫 氏を代理人と定めて、下記の権限を委任します。

記

1. 特許協力条約に基づく国際出願

「発光素子の製造方法及び発光素子」

に関する一切の件

2. 上記出願及び指定国の指定を取下げる件

3. 上記出願についての国際予備審査の請求に関する一切の件並びに請求及び選択国の選択を取下げる件

あ て 名 群馬県安中市磯部二丁目 1 3 番 1 号
信越半導体株式会社 磯部工場内
氏 名 山田 雅人



あ て 名 神奈川県川崎市桁形 6 - 5 - 2
フローラルガーデン向ヶ丘遊園 3 0 8
氏 名 野崎 眞次



あ て 名 東京都大田区久が原 4 - 5 - 7
氏 名 内田 和男



あ て 名 埼玉県鶴ヶ島市鶴が丘 2 7 - 1 6 - 6 0 6
氏 名 森崎 弘



明 細 書

発光素子の製造方法及び発光素子

5 技術分野

この発明は発光素子の製造方法及び発光素子に関する。

背景技術

- 化合物半導体にて発光層部を形成した半導体発光素子のうち、表示用や照明用などの発光ダイオード光源として用いるものは、発光層部の光取出面側に駆動電圧を印加するための金属電極を形成する。金属電極は遮光体として作用するため、例えば発光層部主表面の中央部のみを覆う形で形成し、その周囲の電極非形成領域から光を取り出すこととなる。しかし、金属電極が遮光体であることに変わりはなく、また、電極面積を極端に小さくしすぎると、素子面内の電流拡散が妨げられて、却
- 10 15 20 25
- って光取出量が制限される問題もある。そこで、発光層部の全面を、高導電率のITO (Indium Tin Oxide : 酸化インジウム錫) 透明電極層にて覆い、透明電極層を介した光取出し効率の向上と、電流拡散効果の改善とを同時に図る提案が、例えば特開平1-225178号公報や、特開平6-188455号公報に開示されている。
- いずれの公報においても、発光層部に直接ITO透明電極層を形成したのではコンタクト抵抗が高くなりすぎ、適正な動作電圧で駆動できなくなる点を問題としてあげている。特開平1-225178号公報では、発光層部の上に、 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ (以下、 InGaAs とも記する) よりなるコンタクト層を有機金属気相成長法 (Metal-Organic Vapor Phase Epitaxy: MOVPE) にて直接エピタキシャル成長させ、その上にITO透明電極層を形成する方法が開示されている。他方、

特開平6-188455号公報では、発光層部の上にGaAs層をMOVPE法にてエピタキシャル成長させ、その上にITO透明電極層を形成した後、熱処理を行う方法が開示されている。

5 本発明は、発光駆動用の電極としてITO透明電極層を、コンタクト層を介して接合し、該電極の接触抵抗を低減するとともに、コンタクト層形成に際して発光層部との格子定数差の影響も受けにくい発光素子の製造方法と、該コンタクト層の構造改善により、さらなる高性能化を図ることができる発光素子とを提供することにある。

10 上記の先行技術にて採用されているMOVPE法で形成されるInGaAsコンタクト層は、上記発光層部をなす化合物半導体、例えば、GaAsやGaAs基板上にエピタキシャル成長されたAlGaAsやAlGaInPとの格子定数の差が、混晶比により、最大で4%程度にまで大きくなる。そのため、次のような問題を生ずる。

15 ①InGaAsコンタクト層と発光層部との格子不整合により、発光効率の低下などの品質低下を招きやすい。

②InGaAsコンタクト層を直接エピタキシャル成長する特開平1-225178号公報の方法では、発光層部との上記の格子定数差により均一なコンタクト層の成長が困難であり、例えば島状の成膜状態となって、ITO透明電極層とのコンタクトを十分に確保できなくなる。一方、ITO透明電極層を形成した後に熱処理する特開平6-188455号公報に開示された実施例は、熱処理温度が800℃と高く、また、熱処理時間が5分と長い。

発明の開示

そこで上記の課題を解決するために、本発明の発光素子の製造方法は、

25 $(Al_xGa_{1-x})_yIn_{1-y}P$ (但し、 $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$) により、第一

導電型クラッド層、活性層及び第二導電型クラッド層がこの順序にて積層されたダブルヘテロ構造を有するものとして発光層部が構成され、第一導電型クラッド層及び第二導電型クラッド層の少なくともいずれかの側に、発光層部に発光駆動電圧を印加するためのITO透明電極層を有する発光素子の製造方法において、

- 5 発光層部上にGaAs層を形成し、当該GaAs層と接するようにITO透明電極層を形成した後に熱処理することにより、ITO透明電極層からGaAs層にInを拡散させて、Inを含有したGaAsよりなるコンタクト層となすことを特徴とする。

- 上記の発光層部は、活性層の両側に形成されるクラッド層とのバンドギャップ差
10 に起因したエネルギー障壁により、注入されたホールと電子とが狭い活性層中に閉じ込められて効率よく再結合するので、非常に高い発光効率を実現できる。さらに、AlGaInPよりなる活性層の組成調整により、緑色から赤色領域（ピーク発光波長が520nm以上670nm以下）にかけて、広範囲の発光波長を実現することができる。そして、本発明の発光素子の製造方法においては、AlGaInPからなる発光層部上に、GaAs層を形成し、そのGaAs層と接するようにITO
15 透明電極層を形成する。発光層部は例えばIII-V族化合物半導体にて構成されるものであり、その上（ただし、格子整合する別の層が介在していてもよい）に形成されるGaAs層とともに、例えば周知のMOVPE法にて形成できる。GaAs層はAlGaInP発光層部と格子整合が極めて容易であり、InGaAsを直接エピタキシャル成長する特開平1-225178号公報の場合と比較して、均質
20 で連続性のよい膜を形成できる。

- そして、そのGaAs層上にITO透明電極層を形成した後、熱処理することにより、ITO透明電極層からGaAs層にInを拡散させてコンタクト層とする。
このように熱処理して得られるInを含有したGaAsよりなるコンタクト層は、
25 In含有量が過剰とならず、発光層部との格子不整合による、発光強度低下などの

品質劣化を効果的に防止することができる。GaAs層と発光層部との格子整合は、
 発光層部が $(Al_xGa_{1-x})_yIn_{1-y}P$ (ただし、 $0 \leq x \leq 1$, $0.45 \leq y \leq 0.55$) にて構成される場合に特に良好となるので、混晶比 y を上記の範囲に設
 定して、発光層部（クラッド層あるいは活性層）を形成することが望ましいといえ
 5 る。

上記の熱処理は、コンタクト層の厚さ方向における In 濃度分布が、図6の①に
 示すように、ITO透明電極層から厚さ方向に遠ざかるにつれ連続的に減少するも
 のとなるようにする（つまり、 In 濃度分布に傾斜をつける）ことが望ましい。こ
 うした構造は、熱処理により、ITO側からコンタクト層側へ In を一方向的に拡
 散させることにより形成される。また、本発明の発光素子の第一は、 $(Al_xGa_{1-x})_yIn_{1-y}P$ (ただし、 $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$) により、第一導電型クラ
 ッド層、活性層及び第二導電型クラッド層がこの順序にて積層されたダブルヘテロ
 構造を有するものとして発光層部が構成され、第一導電型クラッド層及び第二導電
 型クラッド層の少なくともいずれかの側に、発光層部に発光駆動電圧を印加するた
 15 めのITO透明電極層を有し、発光層部からの光が、該ITO透明電極層を透過さ
 せる形で取り出されるとともに、発光層部とITO透明電極層との間に、 In を含
 有したGaAsよりなるコンタクト層が、該ITO透明電極層と接する形にて形成
 され、コンタクト層の厚さ方向における In 濃度分布が、ITO透明電極層から厚
 さ方向に遠ざかるにつれ連続的に減少するものとされたことを特徴とする。これは、
 20 $AlGaInP$ よりなる発光層部側にて、コンタクト層の In 濃度分布が小さくな
 ること、つまり、発光層部との格子定数差が縮まることを意味する。このような In
 濃度分布のコンタクト層を形成することにより、発光層部との格子整合性をより
 高めることができる利点を生ずる。熱処理温度が過度に高くなったり、あるいは熱
 処理時間が長大化すると、ITO透明電極層からの In 拡散が過度に進行して、図
 25 6の③に示すように、コンタクト層内の In 濃度分布が厚さ方向に略一定の高い値

を示すようになり、上記の効果は得られなくなる（なお、熱処理温度が過度に低くなったり、あるいは熱処理時間が過度に短時間化すると、図6の②に示すように、コンタクト層内のIn濃度が不足することにつながる）。

この場合、図6において、コンタクト層の、ITO透明電極層との境界位置におけるIn濃度を C_A とし、これと反対側の境界位置におけるIn濃度を C_B としたとき、 C_B/C_A が0.8以下となるように調整することが望ましく、該形態のIn濃度分布が得られるように、前述の熱処理を行うことが望ましい。 C_B/C_A が0.8を超えると、In濃度分布傾斜による発光層部との格子整合性改善効果が十分に得られなくなる。なお、コンタクト層の平均的なIn濃度 C_M が、InとGaとの合計濃度に対するInの原子比にて、例えば前述の望ましい値（0.1以上0.6以下）を確保できるのであれば、コンタクト層の、ITO透明電極層に面しているのと反対側の境界位置でのIn濃度 C_B がゼロとなっていること、つまり、図7に示すように、コンタクト層のITO透明電極層側にInGaAs層が形成され、反対側の部分がGaAs層となる構造となっても差し支えない。なお、コンタクト層の厚さ方向の組成分布（InあるいはGa濃度分布）は、層を厚さ方向に徐々にエッチングしながら、二次イオン質量分析（Secondary Ion Mass Spectroscopy : SIMS）、オージェ電子分光分析（Auger Electron Spectroscopy）、X線光電子分光（X-ray Photoelectron Spectroscopy : XPS）などの周知の表面分析方法により測定することができる。また、その厚さ方向濃度分布を積分平均することにより、コンタクト層の平均組成を測定できる。

コンタクト層の平均的なIn濃度は、InとGaとの合計濃度に対するInの原子比にて、0.1以上0.6以下とされることが望ましく、上記の熱処理もこのような平均的なIn濃度が得られるように行うことが望ましい。上記定義によるIn濃度が0.1未満になると、コンタクト層の接触抵抗低減効果が不十分となり、0.6を超えるとコンタクト層と発光層部との格子不整合による、発光強度低下などの

品質劣化が甚だしくなる。

I T Oは、酸化スズをドーピングした酸化インジウム膜であり、酸化スズの含有量を1質量%以上9質量%以下（酸化インジウムの含有量を91質量%以上99質量%以下）とすることで、電極層の抵抗率を $5 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下の十分低い値とすることができる。このようなI T O透明電極層をG a A s層上に形成し、さらにこれを適正な温度範囲にて熱処理することにより、上記望ましいI n濃度を有したコンタクト層を容易に形成できる。また、この熱処理により、I T O透明電極層の電気抵抗率をさらに低減できる。熱処理は、具体的には特開平1-225178号公報に記載されている温度よりも低温の、600℃以上750℃以下にて行なうことが望ましい。熱処理温度が750℃を超えるとG a A s層へのI nの拡散速度が大きくなりすぎ、コンタクト層中のI n濃度が過剰となりやすくなる。また、I n濃度が飽和して、コンタクト層の厚さ方向に傾斜したI n濃度分布も得にくくなる。いずれも、コンタクト層と発光層部との格子整合が悪化することにつながる。また、G a A s層へのI nの拡散が過度に進みすぎると、コンタクト層との接触部付近にてI T O透明電極層のI nが枯渇し、電極の電気抵抗値の上昇が避けがたくなる。さらに、熱処理温度が上記のように高温になりすぎると、I T Oの酸素がG a A s層へ拡散して酸化が促進され、素子の直列抵抗が上昇しやすくなる。いずれも適正な電圧で発光素子を駆動できなくなる不具合につながる。また、熱処理温度が極端に高くなると、I T O透明電極層の電気抵抗率が帰って悪化する場合がある。他方、熱処理温度が650℃未満になると、G a A s層へのI nの拡散速度が小さくなりすぎ、接触抵抗を十分に低下させたコンタクト層を得るのに非常な長時間を要するようになるので、製造能率の低下が甚だしくなる。

また、熱処理時間は、5秒以上120秒以下に設定することが望ましい。熱処理時間が120秒以上になると、特に、熱処理温度が上限値に近い場合、G a A s層へのI nの拡散量が過剰となりやすくなる（ただし、熱処理温度を低めに留める場

合は、これよりも長い熱処理時間（例えば300秒程度まで）を採用することも可能である。他方、熱処理時間が5秒未満になると、GaAs層へのInの拡散量が不足し、接触抵抗を十分に低下させたコンタクト層が得にくくなる。

ITO透明電極層は、発光層部の全面を被覆する形にて形成することができる。

- 5 このように構成すると、ITO透明電極層に電流拡散層の機能を担わせることができ、従来のような化合物半導体からなる厚い電流拡散層の形成が不要となったり、仮に形成する場合でも、その厚みを大幅に減ずることができるから、工程の簡略化によるコスト削減に寄与し、産業利用上非常に有効である。他方、コンタクト層の形成厚さは、オーミック接触を形成するために必要十分な程度であれば、それほど
- 10 厚くする必要がなく、また、具体的には、コンタクト層を構成する化合物半導体が、薄層化によりバルク結晶とは異なるバンドギャップエネルギーを示すようにならない程度の厚さを確保すればよく、例えば $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ を用いる場合であれば、 $0.001\mu\text{m}$ 程度もあれば十分である。他方、 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ からなるコンタクト層の厚さを過剰に大きくすることは、該コンタクト層における光吸収が増大
- 15 する結果、光取出効率の低下を招くので、 $0.02\mu\text{m}$ 以下とすることが望ましい。また、コンタクト層を $0.001\mu\text{m}$ 以上 $0.02\mu\text{m}$ 以下の薄層とすることは、格子不整合の影響を軽減する上でも効果がある。

- コンタクト層と、第一導電型クラッド層と第二導電型クラッド層とのうち、該コンタクト層の形成側に位置するクラッド層との間には、それらコンタクト層とクラ
- 20 ッド層との中間のバンドギャップエネルギーを有する中間層を形成することができる。また、本発明の発光素子の第二は、化合物半導体層からなる発光層部と、該発光層部に発光駆動電圧を印加するためのITO透明電極層とを有し、発光層部からの光が、ITO透明電極層を透過させる形で取り出されるとともに、発光層部とITO透明電極層との間に、Inを含有したGaAsよりなるコンタクト層が、該I
- 25 TO透明電極層と接する形にて形成され、発光層部が、第一導電型クラッド層、活

性層及び第二導電型クラッド層がこの順序にて積層されたダブルヘテロ構造を有するものとして構成され、第一導電型クラッド層及び第二導電型クラッド層の少なくともいずれかとITO透明電極層との間にコンタクト層が形成されてなり、該コンタクト層と、第一導電型クラッド層と第二導電型クラッド層とのうち、該コンタクト層の形成側に位置するクラッド層との間に、それらコンタクト層とクラッド層との中間のバンドギャップエネルギーを有する中間層が形成されたことを特徴とする。

ダブルヘテロ構造の発光層部は、活性層へのキャリア閉じ込め効果を高めて内部量子効率を向上させるために、クラッド層と活性層との間の障壁高さを一定以上に高める必要がある。図10の模式バンド図(E_c は伝導帯底、 E_v は価電子帯頂の核エネルギーレベルを示す)に示すように、このようなクラッド層にコンタクト層を直接接合すると、クラッド層とコンタクト層との間に、接合によるバンドの曲がりにより、比較的高いヘテロ障壁が形成される場合がある。この障壁高さ ΔE は、クラッド層とコンタクト層との間のバンド端不連続値が大きくなるほど高くなり、キャリアの移動、特に有効質量のより大きいホール移動を妨げやすくなる。例えば金属電極を使用する場合は、金属電極で覆うと光取出しができなくなるので、部分的な被覆となるように電極形成せざるを得ない。この場合、光取出し効率向上のため、電極の面内方向外側への電流拡散を何らかの形で促進しなければならない。例えば、金属電極の場合も、発光層部との間にGaAs等のコンタクト層が形成されることが多いが、金属電極の場合は、コンタクト層と発光層部との間に、ある程度高い障壁が形成された方が、障壁によるキャリアのせき止め効果により面内方向の電流拡散を促進できる利点がある。しかし、高い障壁形成のため、直列抵抗の増加は避け難い。

これに対し、ITO透明電極層を用いる場合は、ITO透明電極層自体が非常に高い電流拡散能を有しているため、障壁によるキャリアのせき止め効果はほとんど考慮する必要がない。しかも、ITO透明電極層の採用により、光取出領域の面積

は金属電極使用時と比較して大幅に増加している。そこで、図11に示すように、コンタクト層とクラッド層との間に、それらコンタクト層とクラッド層との中間のバンドギャップエネルギーを有する中間層を挿入すると、コンタクト層と中間層、及び中間層とクラッド層とのそれぞれはバンド端不連続値が小さくなるので、各々形成される障壁高さ ΔE も小さくなる。その結果、直列抵抗が軽減されて、低い駆動電圧にて十分に高い発光強度を達成することが可能となる。

上記本発明の発光素子の第二に係る構造を採用することによる効果は、ダブルヘテロ構造の発光層部の中でも、特にコンタクト層をなす In を含有した GaAs との格子整合性が比較的良好な AlGaInP にて発光層部を形成する場合に顕著である。この場合、発光層部と、 In を含有した GaAs よりなるコンタクト層との中間のバンドギャップエネルギーを有する中間層として、具体的には、 AlGaAs 層、 GaInP 層及び AlGaInP 層（バンドギャップエネルギーがクラッド層より小さくなるように組成調整されたもの）の少なくとも一つを含むものを好適に採用することができ、例えば AlGaAs 層を含むものとして形成することができる。また、これ以外の発光層部、例えば、 $\text{In}_x\text{Ga}_y\text{Al}_{1-x-y}\text{N}$ からなるダブルヘテロ構造の発光層部にも適用可能である。該発光層部は、活性層の組成調整により、紫外領域から赤色（ピーク発光波長が 300nm 以上 700nm 以下）にかけての範囲の発光波長を実現することができる。この場合、中間層は、例えば InGaAlN 層（バンドギャップエネルギーがクラッド層より小さくなるように組成調整されたもの）を含むものが採用可能である。また、駆動電圧低下の効果と、光取出し効率向上の効果とを最大限に引き出すには、光層部の全面に渡って中間層及びコンタクト層を形成し、該コンタクト層の全面を覆う形で ITO 透明電極層を形成する構成を採用することが望ましい。

図 1 は、本発明の発光素子の一例を積層構造にて示す模式図。

図 2 は、本発明の発光素子の別例を積層構造にて示す模式図。

図 3 は、図 1 の発光素子の製造工程を示す模式図。

図 4 A は、図 3 に続く模式図。

5 図 4 B は、図 4 A に続く模式図。

図 5 は、図 4 B に続く模式図。

図 6 は、コンタクト層の I_n 濃度分布の一例を、比較例と共に示す模式図。

図 7 は、コンタクト層の I_n 濃度分布の別例を示す模式図。

図 8 は、発光層部の第一主表面にのみコンタクト層及びITO透明電極層を形成
10 した素子構造の例を示す模式図。

図 9 は、図 8 の光取出面側において、コンタクト層とクラッド層との間に中間層を挿入した素子構造の例を示す模式図。

図 10 は、コンタクト層のバンド構造の第一例を示す模式図。

図 11 は、コンタクト層のバンド構造の第二例を示す模式図。

15 図 12 は、図 5 において、光取出層の第二主表面側に反射層を挿入した素子構造の例を示す模式図。

図 13 A は、量子井戸構造を有する活性層の第一模式図。

図 13 B は、量子井戸構造を有する活性層の第二模式図。

図 13 C は、量子井戸構造を有する活性層の第三模式図。

20

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明を実施するための最良の形態を添付の図面を参照して説明する。

図 1 は、本発明の一実施形態である発光素子 100 を示す概念図である。発光素子 100 は、発光層部 24 の第一主表面 17 側に、コンタクト層 7 と ITO 透明電極層 8 とがこの順序にて形成されている。また、発光層部 24 の第二主表面 18 側
25

に、コンタクト層 9 と ITO 透明電極層 10 とがこの順序にて形成されている。ITO 透明電極層 8, 10 は、コンタクト層 7 及びコンタクト層 9 とともに、発光層部 24 の両主表面 17 側, 18 側のそれぞれ全面を覆う形にて形成されている。

発光層部 24 は、各々 $(Al_xGa_{1-x})_yIn_{1-y}P$ (ただし、 $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$) にて構成されるとともに、第一導電型クラッド層 6、第二導電型クラッド層 4、及び第一導電型クラッド層 6 と第二導電型クラッド層 4 との間に位置する活性層 5 からなるダブルヘテロ構造とされている。具体的には、ノンドープ $(Al_xGa_{1-x})_yIn_{1-y}P$ (ただし、 $0 \leq x \leq 0.55$, $0.45 \leq y \leq 0.55$) 混晶からなる活性層 5 を、各々該活性層 5 よりもバンドギャップエネルギーの大きい p 型 $(Al_xGa_{1-x})_yIn_{1-y}P$ クラッド層 6 と n 型 $(Al_xGa_{1-x})_yIn_{1-y}P$ クラッド層 4 とにより挟んだ構造となっている。図 1 の発光素子 100 では、ITO 透明電極層 8 側に p 型 $AlGaInP$ クラッド層 6 が配置されており、ITO 透明電極層 10 側に n 型 $AlGaInP$ クラッド層 4 が配置されている。従って、通電極性は ITO 透明電極層 8 側が正である。なお、当業者には自明のことであるが、ここでいう「ノンドープ」とは、「ドーパントの積極添加を行わない」との意味であり、通常の製造工程上、不可避免的に混入するドーパント成分の含有（例えば $10^{13} \sim 10^{16} / \text{cm}^3$ 程度を上限とする）をも排除するものではない。

また、コンタクト層 7, 9 は、いずれも In を含有した GaAs よりなり、図 6 ①において、その平均的な In 濃度 C_M が、In と Ga との合計濃度に対する In の原子比にて、0.1 以上 0.6 以下とされる。また、In 濃度は、ITO 透明電極層から厚さ方向に遠ざかるにつれ連続的に減少するものとなっており、ITO 透明電極層 8, 10 (図 1) との各境界位置における In 濃度を C_A とし、これと反対側の境界位置（つまり、クラッド層 6, 4 (図 1) との各境界位置）における In 濃度を C_B としたとき、 C_B / C_A が 0.8 以下となるように調整されている。コンタクト層 7, 9 の厚さは、 $0.001 \mu\text{m}$ 以上 $0.02 \mu\text{m}$ 以下（望ましくは 0.

0.05 μm 以上0.01 μm 以下)である。

なお、図1の発光素子100において、各層の厚さの実例として以下のような数値を例示できる：

- ・コンタクト層7＝厚さ：約0.005 μm
- 5 ・ITO透明電極層8＝厚さ：0.4 μm 、酸化スズ含有率：7質量%（残部酸化インジウム）；
- ・p型AlGaInPクラッド層6＝1 μm ；
- ・AlGaInP活性層5＝0.6 μm ；
- ・n型AlGaInPクラッド層4＝1 μm ；
- 10 ・コンタクト層9＝厚さ：約0.005 μm
- ・ITO透明電極層10＝ITO透明電極層8と同一構成。

以下、図1の発光素子100の製造方法について説明する。

- まず、図3に示すように、AlGaInP混晶と格子整合する化合物半導体単結晶基板であるGaAs単結晶基板1の第一主表面1aに、n型GaAsバッファ層
- 15 2を例えば0.5 μm 、次いで、発光層部24として、1 μm のn型AlGaInPクラッド層4、0.6 μm のAlGaInP活性層（ノンドープ）5、及び1 μm のp型AlGaInPクラッド層6、さらにGaAs層7'をp型AlGaInPクラッド層6上に厚さ0.005 μm にてエピタキシャル成長させる。これら各層のエピタキシャル成長は、公知のMOVPE法により行なうことができる。
- 20 上記の成長後、例えば硫酸系水溶液（濃硫酸：30%過酸化水素水：水＝3：1：1容量比）からなるエッチング液に浸漬することにより、GaAs基板1およびGaAsバッファ層2をエッチング除去することができる（図4A）。そして、図4Bに示すように、そのエッチング剥離された側において、n型AlGaInPクラッド層4の主表面18に、GaAs層9'を、MOVPE法により厚さ0.0
- 25 05 μm にてエピタキシャル成長させる。

そして、それぞれのGaAs層7'及びGaAs層9'の両主表面に、公知の高周波スパッタリング法（ターゲット組成（ $\text{In}_2\text{O}_3=90.2$ 重量％， $\text{SnO}_2=9.8$ 重量％）、rf周波数13.56MHz、Ar圧力0.6Pa、スパッタ電力30W）により、ITO透明電極層8，10をそれぞれ厚さ0.4 μm にて形成し、積層体ウェーハ13を得る。

図5に示すように、この積層体ウェーハ13を炉Fの中に配置し、例えば窒素雰囲気中あるいはAr等の不活性ガス雰囲気中にて、600℃以上750℃以下（例えば700℃）の低温で、5秒以上120秒以下（例えば30秒）の短時間の熱処理を施す。これにより、ITO透明電極層8，10からGaAs層7'，9'にInが拡散し、図6（あるいは図7）に示すときIn濃度分布のコンタクト層7，9が得られる。熱処理後の積層体ウェーハ13はダイシングにより半導体チップとされ、支持体に固着した後、図1に示すようにリード線14b，15bを取り付け、さらに図示しない樹脂封止部を形成することにより発光素子100が得られる。

上記発光素子100によると、p型AlGaInPクラッド層6及びn型AlGaInPクラッド層4の全面が、それぞれコンタクト層7及びコンタクト層9を介してITO透明電極層8及びITO透明電極層10により覆われてなり、これらITO透明電極層8，10を介して駆動電圧が印加される。駆動電圧による駆動電流は導電性の良好なITO透明電極層8，10の全面に均一に拡散するので、光取出面（両主表面17，18）の全体にわたって均一な発光が得られるとともに、電極層8，10が透明なので光取出効率が向上する。さらに、ITO透明電極層8，10は、バンドギャップが比較的狭いコンタクト層7，9に対しオーミック状接触状態を形成するため、接触部の直列抵抗が小さく抑えられ、発光効率が大幅に高められている。さらに、厚い電流拡散層が不要となるため、ITO透明電極層と発光面までの距離を大幅に短くできる。その結果、直列抵抗の低減を図ることができる。

また、コンタクト層7，9は、AlGaInPよりなる発光層部24に対し、格

子整合性の良好なGaAs層7', 9'をまず形成し、その後、比較的低温で短時間の熱処理を施すことにより、In含有量が過剰でなく、しかも均質で連続性の良好なものとなる。その結果、発光層部24との格子不整合による、発光強度低下などの品質劣化を効果的に防止することができる。

- 5 コンタクト層7, 9は、適当なドーパントの添加により、これと接する各クラッド層6, 4とそれぞれ同じ導電型を有するものとして形成してもよいが、これらコンタクト層7, 9を上記のような薄層として形成する場合は、これらをドーパント濃度の低い低ドーブ層（例えば 10^{17} 個/cm³以下；あるいはノンドープ層（ 10^{13} 個/cm³～ 10^{16} 個/cm³）として形成しても直列抵抗の過度の増加を招
- 10 かないので、問題なく採用可能である。他方、低ドーブ層とした場合、発光素子の駆動電圧によっては、以下のような効果が達成できる。すなわち、コンタクト層を低ドーブ層とすることで、層の電気抵抗率自体は高くなるので、これを挟む電気抵抗率の小さいクラッド層あるいはITO透明電極層8, 10に対して、コンタクト層の層厚方向に印加される電界（すなわち、単位距離当たりの電圧）が相対的に高
- 15 くなる。このとき、コンタクト層を、バンドギャップの比較的小さいInを含有したGaAsにより形成しておく、と、上記電界の印加によりコンタクト層のバンド構造に適度な曲がりが生じ、より良好なオーミック状接合を形成することができる。そして、図6あるいは図7に示すように、コンタクト層7, 9のIn濃度が、ITO透明電極層8, 10との接触側にて高められていることで、該効果が一層顕著な
- 20 ものとなっている。

- なお、InGaAs層とAlGaInP層とを直接接合した場合、接合界面にやや高いヘテロ障壁が形成され、これに起因して直列抵抗成分が増大する場合があります。そこで、これを低減する目的で、図1に一点鎖線で示すようにITO透明電極層8, 10と接するコンタクト層7, 9と、AlGaInPクラッド層6, 5と
- 25 の間に、両者の中間のバンドギャップエネルギーを有する中間層11, 12を挿入

することができる。中間層 11, 12 は、例えば AlGaAs 、 GaInP 及び AlGaInP の少なくとも 1 つを含むものとして構成でき、例えば中間層の全体を単一の AlGaAs 層として構成できる。この構造を採用する場合でも、それら中間層の厚さはそれぞれ $0.1\ \mu\text{m}$ 程度以下 ($0.01\ \mu\text{m}$ 以上: これ以上薄くなると、バルクのバンド構造が失われ、所期の接合構造が得られなくなる) とすることが可能のため、薄層化によるエピタキシャル成長時間の短縮、ひいては生産性の向上を図ることができ、中間層形成による直列抵抗の増分も少なくできるため、発光効率も損なわれにくい。

このような中間層 11, 12 を形成した発光素子としては、図 2 に示すように、
 10 ダブルヘテロ構造をなす発光層部 124 の各層 (p 型クラッド層 106、活性層 105 及び n 型クラッド層 104) を AlGaInN 混晶により形成した、青色あるいは紫外発光用のワイドギャップ型発光素子 200 であつてもよい。発光層部 124 は、図 1 の発光素子 100 と同様に MOVPE 法により形成される。該図 2 の発光素子 200 は、発光層部 124 を除き、残りの部分は図 1 の発光素子 100 と同一構成であるので、詳細な説明は省略する。
 15

なお、図 8 に示す発光素子 50 のように、ダブルヘテロ構造層からなる発光層部 24 に、その片側にのみコンタクト層及び ITO 透明電極層を接合してもよい。この場合は、n 型 GaAs 基板 1 は素子基板に流用され、その第一主表面側にコンタクト層 7 及び ITO 透明電極層 8 が形成される。

20 図 9 は、その光取出面側の ITO 透明電極層 8 について、コンタクト層 7 とクラッド層 6 との間に、中間層 20, 21 を形成した例である。該コンタクト層 7 は、図 7 に示すような InGaAs 層と GaAs 層とからなるものであり、バンド端不連続値の縮小に寄与している。また、中間層 20, 21 は、バンドギャップエネルギーがクラッド層側に向けて段階的に減少する複数層 (連続的に減少する単一層であつてもよい)、この実施形態では、 AlGaAs 層 20 と AlGaInP 層 21
 25

との2層により構成され、同様にバンド端不連続値の縮小に寄与している。特に、
発光層部24における活性層のバンドギャップエネルギーが大きい、つまり、発光
波長が短い場合は、キャリア閉じ込め効果確保に必要な十分な活性層側のバンド端
不連続値を確保するために、クラッド層側のバンドギャップエネルギーも高めざるを
得ない（例えばAlGaInPの場合は、Al含有量の高いクラッド層とする）。
この場合は、コンタクト層との間に形成される障壁高さも大きくなるので、このよ
うに複数の中間層20、21を設けることが有効となる。

また、図1.2に示す発光素子51のように、GaAs基板1と発光層部24との
間に、例えば特開平7-66455号公報に開示されている半導体多層膜や、ある
いはAuないしAu合金にて構成された金属層を反射層16として挿入することが
できる。これにより、発光層部24から直接光取出層側に漏出する光Lに加え、反
射層16での反射光L'が加わるので、光取出効率を高めることができる。また、
全反射損失をさらに低減するために、特開平5-190893号公報に開示されて
いるように、発光層部と光取出層との界面を光取出方向に向けて凸状に湾曲させる
こともできる。

また、活性層5あるいは105は上記実施形態では単一層として形成していたが、
これを、バンドギャップエネルギーの異なる複数の化合物半導体層が積層されたも
の、具体的には、図13Aに示すような量子井戸構造を有するものとして構成する
こともできる。量子井戸構造を有する活性層は、図13B及び図13Cに示すよう
に、混晶比の調整によりバンドギャップが互いに相違する2層、すなわちバンドギ
ャップエネルギーの小さい井戸層Bと大きい障壁層Aとを、各々電子の平均自由工
程もしくはそれ以下の厚さ（一般に、1原子層～数10Å）となるように格子整合
させる形で積層したものである。上記構造では、井戸層Bの電子（あるいはホー
ル）のエネルギーが量子化されるため、例えば半導体レーザー等に適用した場合に、
発振波長をエネルギー井戸層の幅や深さにより自由に調整でき、また、発振波長の

安定化、発光効率の向上、さらには発振しきい電流密度の低減などに効果がある。

さらに、井戸層Bと障壁層Aとは厚さが非常に小さいため、2～3%程度までであれば格子定数のずれが許容され、発振波長領域の拡大も容易である。なお、量子井戸構造は、図13Bに示すように、井戸層Bを複数有する多重量子井戸構造として

5 もよいし、図13Cに示すように、井戸層Bを1層のみ有する単一量子井戸構造としてもいづれでもよい。図13A～図13Cでは、p型及びn型の各クラッド層を

($\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}$) $_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 混晶により、障壁層Aを ($\text{Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}$)

$_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 混晶により、井戸層Bを ($\text{Al}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}$) $_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 混晶に

よりそれぞれ構成している。なお、障壁層Aの厚さは、例えばクラッド層と接する

10 もののみ50nm程度とし、他は6nm程度とすることができる。また、井戸層Bは5nm程度とすることができる。

請求の範囲

1. $(Al_xGa_{1-x})_yIn_{1-y}P$ (但し、 $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$) により、
第一導電型クラッド層、活性層及び第二導電型クラッド層がこの順序にて積層され
5 たダブルヘテロ構造を有するものとして発光層部が構成され、前記第一導電型クラ
ッド層及び前記第二導電型クラッド層の少なくともいずれかの側に、前記発光層部
に発光駆動電圧を印加するためのITO透明電極層を有する発光素子の製造方法に
おいて、

10 前記発光層部上にGaAs層を形成し、当該GaAs層と接するように前記ITO
透明電極層を形成した後に熱処理することにより、前記ITO透明電極層から前
記GaAs層にInを拡散させて、Inを含有したGaAsよりなるコンタクト層
となすことを特徴とする発光素子の製造方法。

2. 前記熱処理を 600°C 以上 750°C 以下にて行うことを特徴とする請求の範
囲第1項記載の発光素子の製造方法。

15 3. 前記コンタクト層の平均的なIn濃度が、InとGaとの合計濃度に対する
Inの原子比にて、 0.1 以上 0.6 以下となるように、前記熱処理が行われるこ
とを特徴とする請求の範囲第1項又は第2項に記載の発光素子の製造方法。

4. 前記熱処理の時間を5秒以上120秒以下に設定することを特徴とする請求
の範囲第1項ないし第3項のいずれか1項に記載の発光素子の製造方法。

20 5. 前記発光層部は、 $(Al_xGa_{1-x})_yIn_{1-y}P$ (但し、 $0 \leq x \leq 1$, $0.45 \leq y \leq 0.55$) にて構成されることを特徴とする請求の範囲第1項ないし第
4項のいずれか1項に記載の発光素子の製造方法。

6. 前記コンタクト層の厚さを $0.001\mu\text{m}$ 以上 $0.02\mu\text{m}$ 以下の範囲に調
整することを特徴とする請求の範囲第1項ないし第5項のいずれか1項に記載の発
25 光素子の製造方法。

7. 前記コンタクト層の厚さ方向における I_n 濃度分布が、前記ITO透明電極層から厚さ方向に遠ざかるにつれ連続的に減少するものとなるように、前記熱処理が行なわれることを特徴とする請求の範囲第1項ないし第6項のいずれか1項に記載の発光素子の製造方法。

5 8. 前記コンタクト層の、前記ITO透明電極層との境界位置における I_n 濃度を C_A とし、これと反対側の境界位置における I_n 濃度を C_B とし、 C_B/C_A が0.8以下となるように、前記熱処理が行われることを特徴とする請求の範囲第1項ないし第7項のいずれか1項に記載の発光素子の製造方法。

9. 前記コンタクト層と、前記第一導電型クラッド層と第二導電型クラッド層と
10 のうち、該コンタクト層の形成側に位置するクラッド層との間に、それらコンタクト層とクラッド層との中間のバンドギャップエネルギーを有する中間層を形成することを特徴とする請求の範囲第1項ないし第8項のいずれか1項に記載の発光素子の製造方法。

10. 前記中間層を、AlGaAs層、GaInP層及びAlGaInP層のうち
15 ち少なくとも一つを含むものとして形成することを特徴とする請求の範囲第9項記載の発光素子の製造方法。

11. 前記発光層部の全面に渡って前記中間層及びコンタクト層をこの順に形成し、該コンタクト層の全面を覆う形で前記ITO透明電極層を形成することを特徴とする請求の範囲第9項又は第10項に記載の発光素子の製造方法。

20 12. $(Al_xGa_{1-x})_yIn_{1-y}P$ (但し、 $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$) により、第一導電型クラッド層、活性層及び第二導電型クラッド層がこの順序にて積層されたダブルヘテロ構造を有するものとして発光層部が構成され、前記第一導電型クラッド層及び前記第二導電型クラッド層の少なくともいずれかの側に、前記発光層部に発光駆動電圧を印加するためのITO透明電極層を有し、前記発光層部からの光
25 が、該ITO透明電極層を透過させる形で取り出されるとともに、前記発光層部と

前記ITO透明電極層との間に、Inを含有したGaAsよりなるコンタクト層が、
該ITO透明電極層と接する形にて形成され、

前記コンタクト層の厚さ方向におけるIn濃度分布が、前記ITO透明電極層から厚さ方向に遠ざかるにつれ連続的に減少するものとされたことを特徴とする発光素子。

13. 前記発光層部は、 $(Al_xGa_{1-x})_yIn_{1-y}P$ (但し、 $0 \leq x \leq 1$; $0.45 \leq y \leq 0.55$) にて構成されることを特徴とする請求の範囲第12項記載の発光素子。

14. 前記コンタクト層の厚さが $0.001\mu m$ 以上 $0.02\mu m$ 以下の範囲に調整される請求の範囲第12項又は第13項に記載の発光素子。

15. 前記コンタクト層の平均的なIn濃度が、InとGaとの合計濃度に対するInの原子比にて、 0.1 以上 0.6 以下とされることを特徴とする請求の範囲第12項ないし第14項のいずれか1項に記載の発光素子。

16. 前記コンタクト層の、前記ITO透明電極層との境界位置におけるIn濃度を C_A とし、これと反対側の境界位置におけるIn濃度を C_B として、 C_B/C_A が 0.8 以下とされる請求の範囲第15項記載の発光素子。

17. 前記コンタクト層と、前記第一導電型クラッド層と第二導電型クラッド層とのうち、該コンタクト層の形成側に位置するクラッド層との間に、それらコンタクト層とクラッド層との中間のバンドギャップエネルギーを有する中間層が形成されたことを特徴とする請求の範囲第12項ないし第16項のいずれか1項に記載の発光素子。

18. 化合物半導体層からなる発光層部と、該発光層部に発光駆動電圧を印加するためのITO透明電極層とを有し、前記発光層部からの光が、前記ITO透明電極層を透過させる形で取り出されるとともに、前記発光層部と前記ITO透明電極層との間に、Inを含有したGaAsよりなるコンタクト層が、該ITO透明電極

層と接する形にて形成され、

前記発光層部は、第一導電型クラッド層、活性層及び第二導電型クラッド層がこの順序にて積層されたダブルヘテロ構造を有するものとして構成され、前記第一導電型クラッド層及び前記第二導電型クラッド層の少なくともいずれかと前記ITO

- 5 透明電極層との間に前記コンタクト層が形成されてなり、該コンタクト層と、前記第一導電型クラッド層と第二導電型クラッド層とのうち、該コンタクト層の形成側に位置するクラッド層との間に、それらコンタクト層とクラッド層との中間のバンドギャップエネルギーを有する中間層が形成されたことを特徴とする発光素子。

19. 前記中間層を、AlGaAs層、GaInP層及びAlGaInP層のうち
10 ち少なくとも一つを含むものとして形成することを特徴とする請求の範囲第17項又は第18項に記載の発光素子。

20. 前記発光層部の全面に渡って前記中間層及びコンタクト層がこの順に形成され、該コンタクト層の全面を覆う形で前記ITO透明電極層が形成されたことを特徴とする請求の範囲第17項ないし第19項のいずれか1項に記載の発光素子。

要 約 書

発光素子 100 は、発光層部 24 に発光駆動電圧を印加するための ITO 透明電極層 8, 10 を有し、発光層部 24 からの光が、該 ITO 透明電極層 8, 10 を透過させる形で取り出される。また、発光層部 24 と ITO 透明電極層 8, 10 との間に、In を含有した GaAs よりなるコンタクト層が、該 ITO 透明電極層と接する形にて形成される。該コンタクト層 7, 9 は、発光層部上に GaAs 層 7', 9' を形成し、その GaAs 層 7', 9' と接するように ITO 透明電極層 8, 10 を形成した積層体 13 を熱処理することにより、ITO 透明電極層 8, 10 から GaAs 層 7', 9' に In を拡散させて形成する。これにより、発光駆動用の電極として ITO 透明電極層をコンタクト層を介して接合し、該電極の接触抵抗を低減するとともに、コンタクト層形成に際して発光層部との格子定数差の影響も受けにくい発光素子の製造方法を提供する。

図1

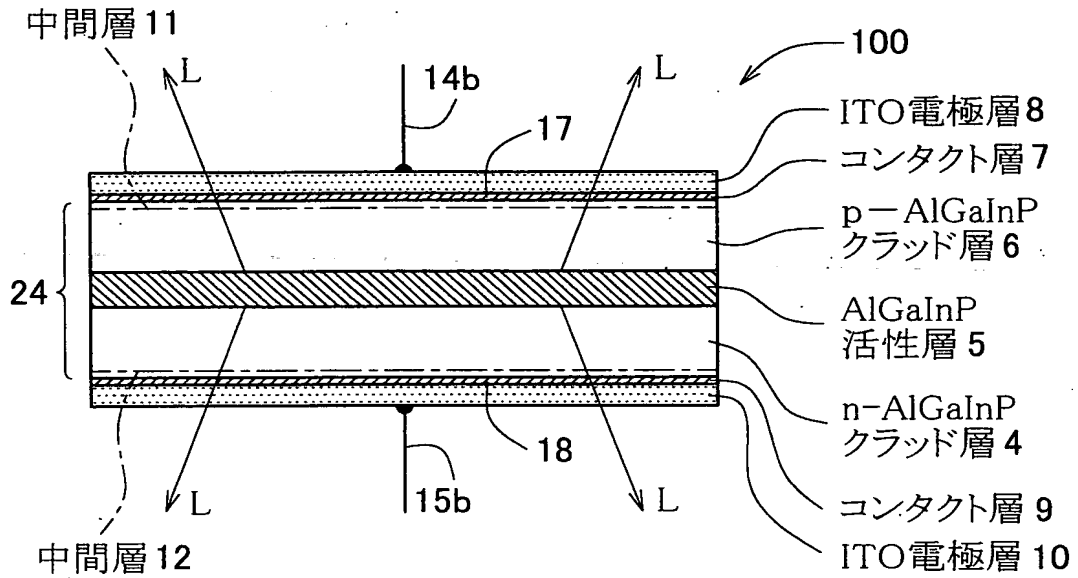


図2

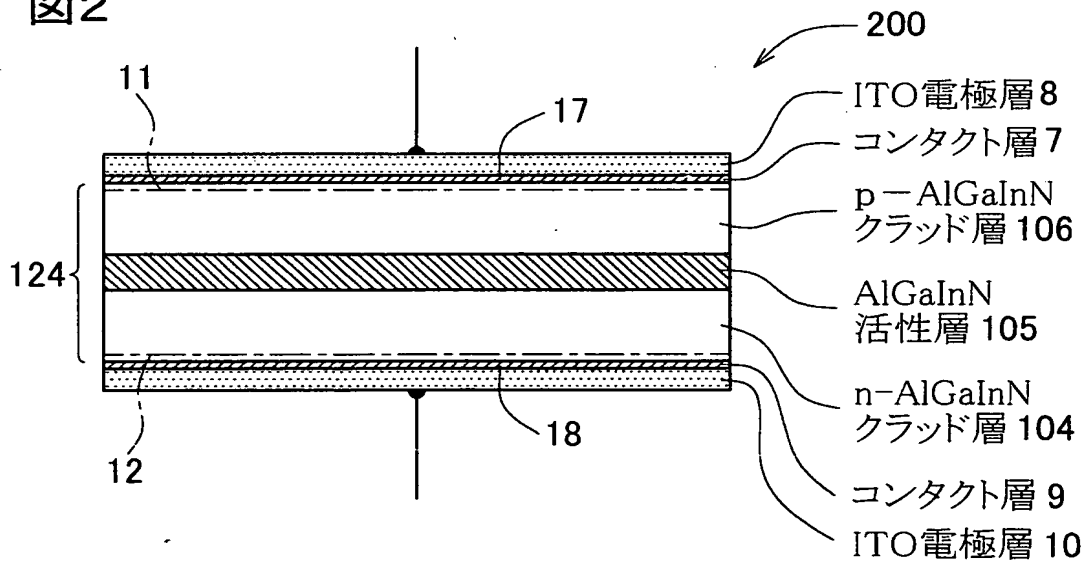


図3

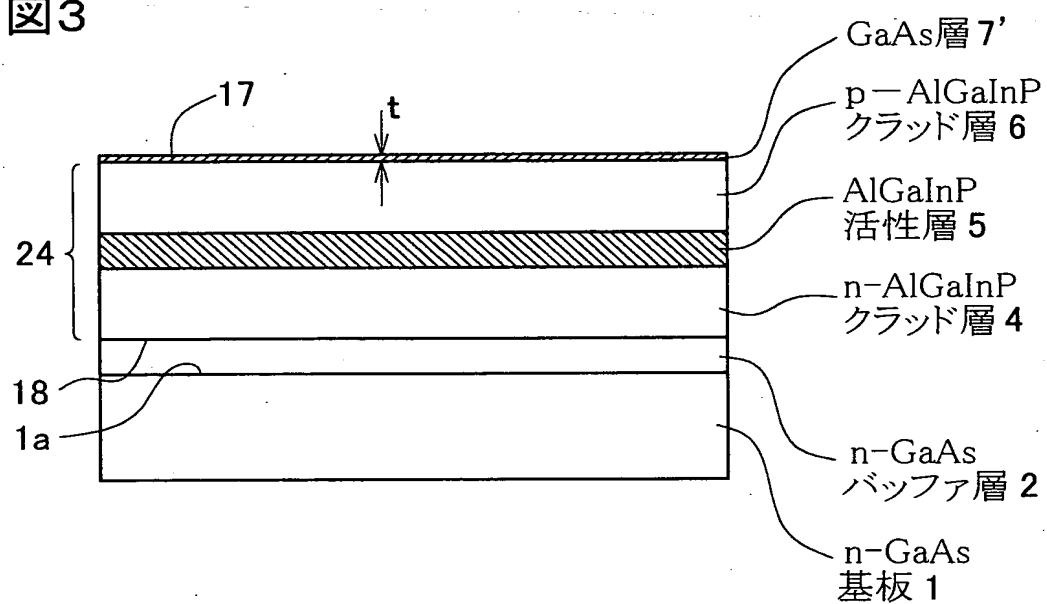


図4A

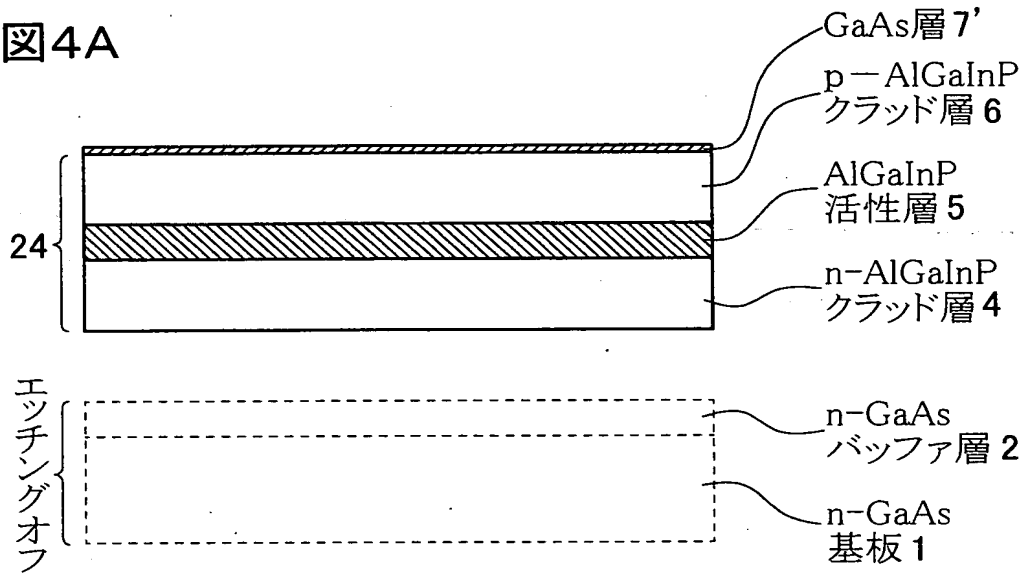


図4B

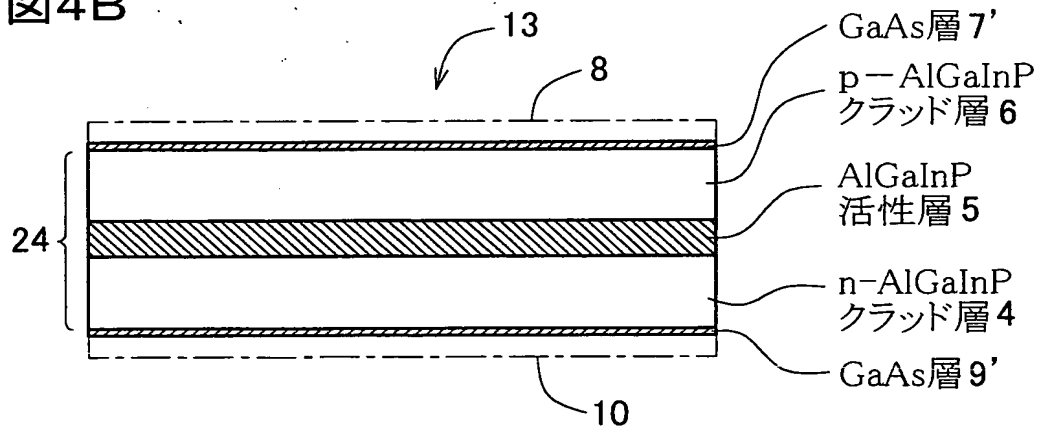


図5

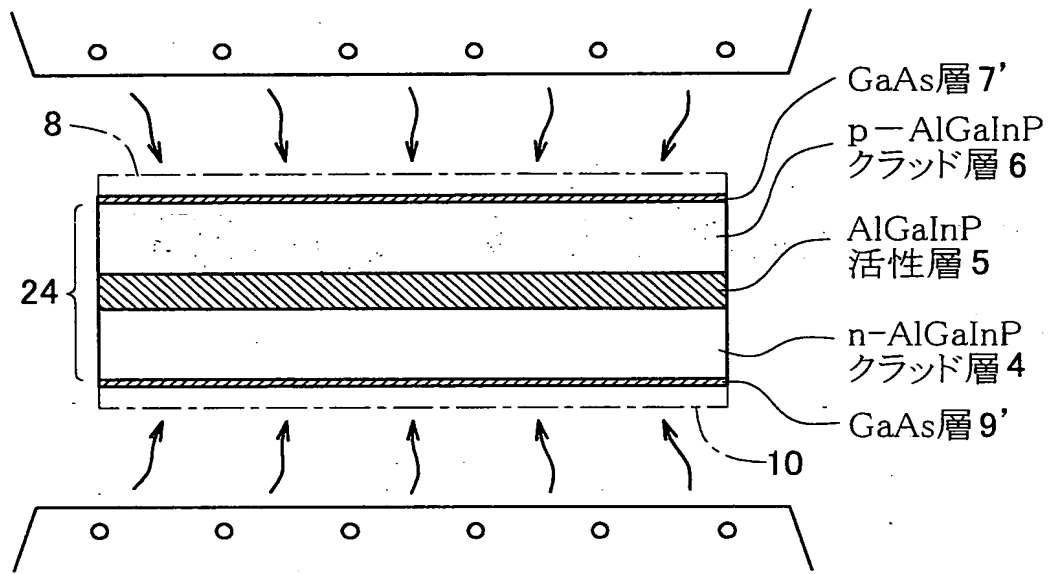


図6

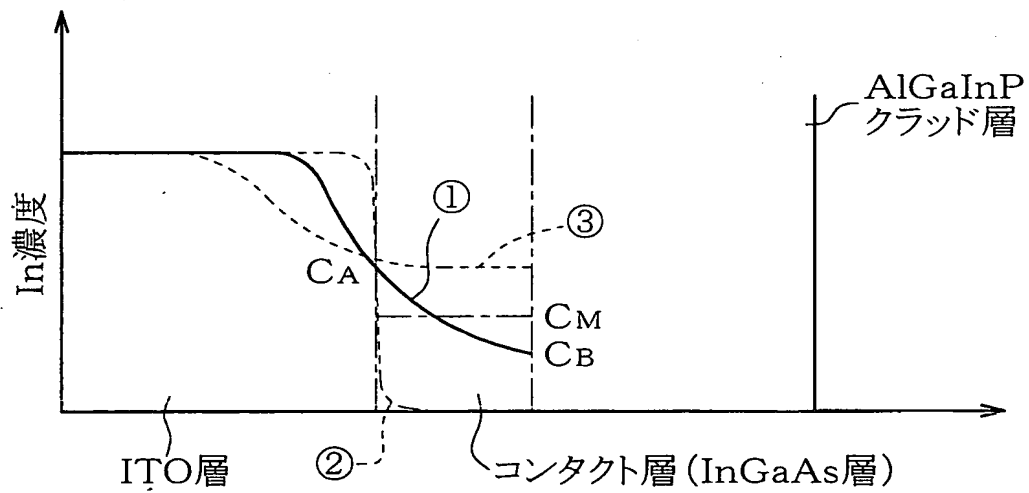


図7

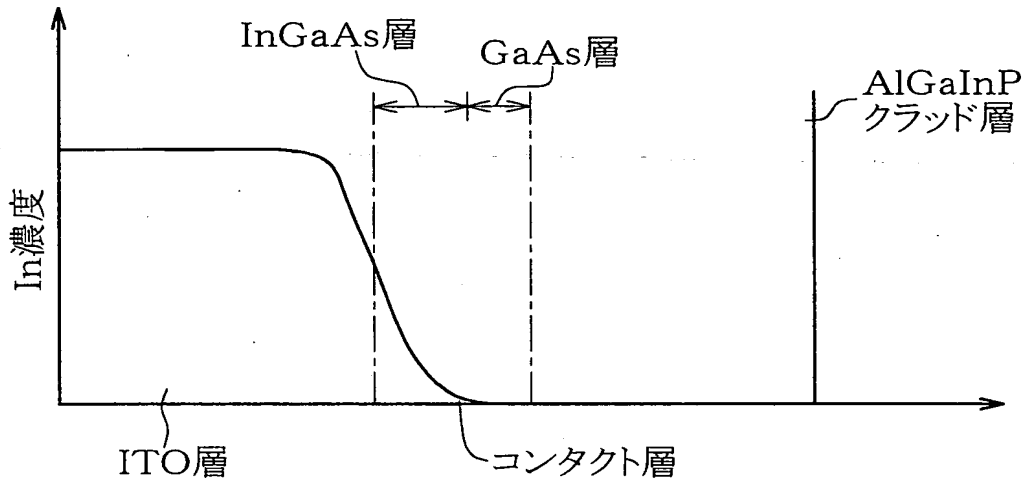


図8

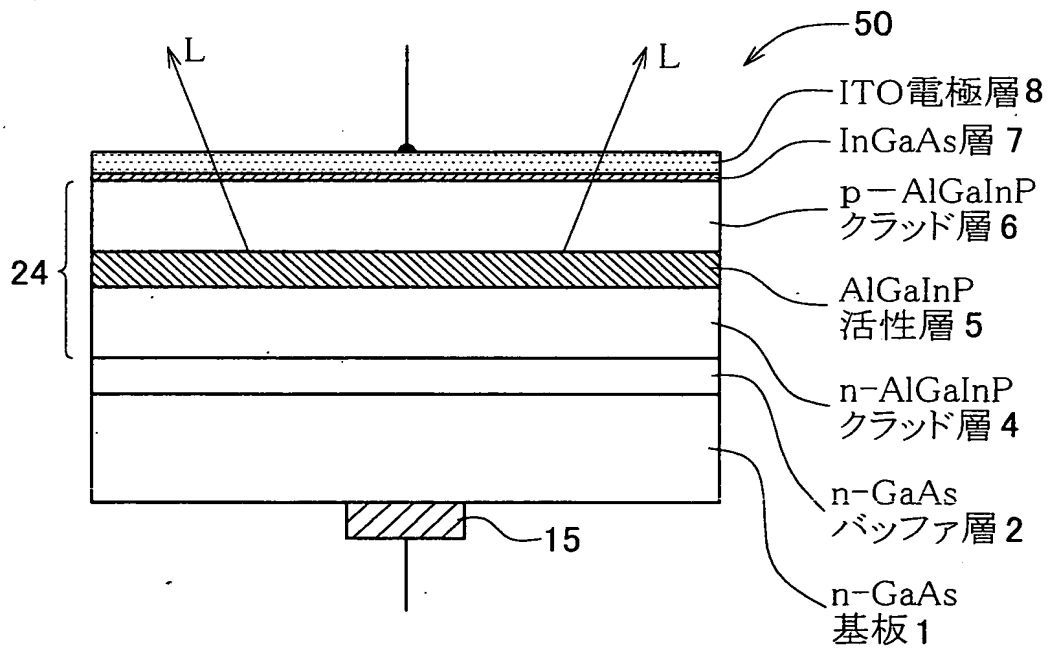


図9

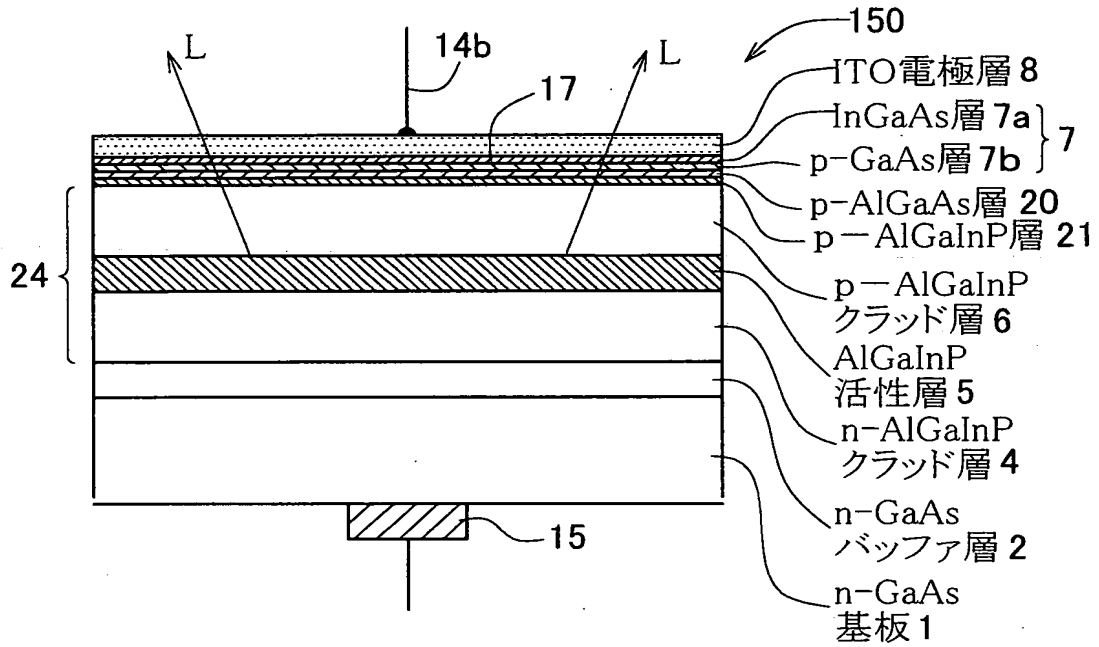


図10

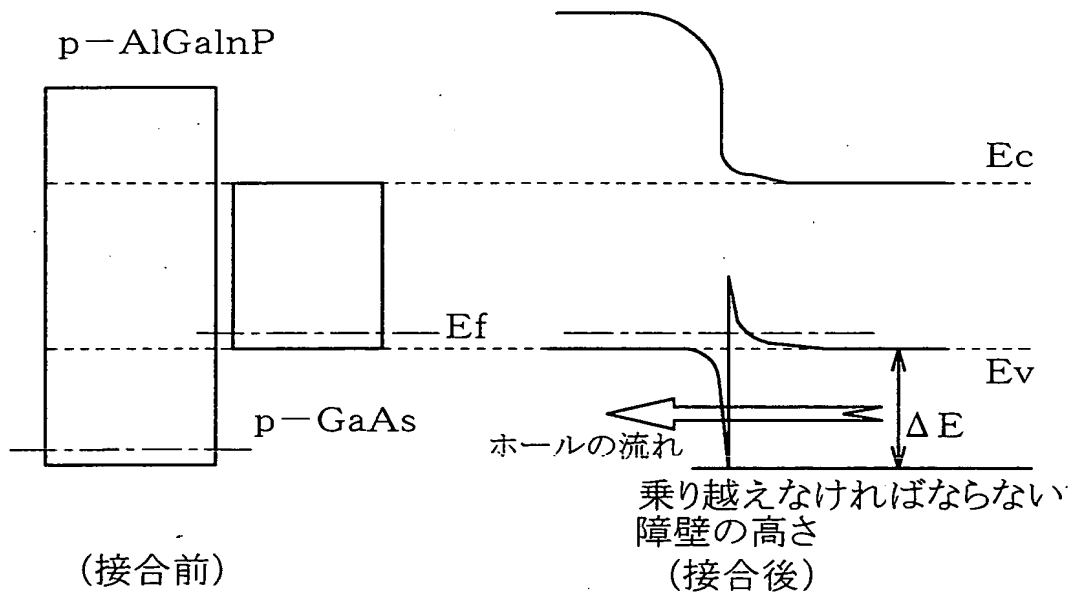


図11

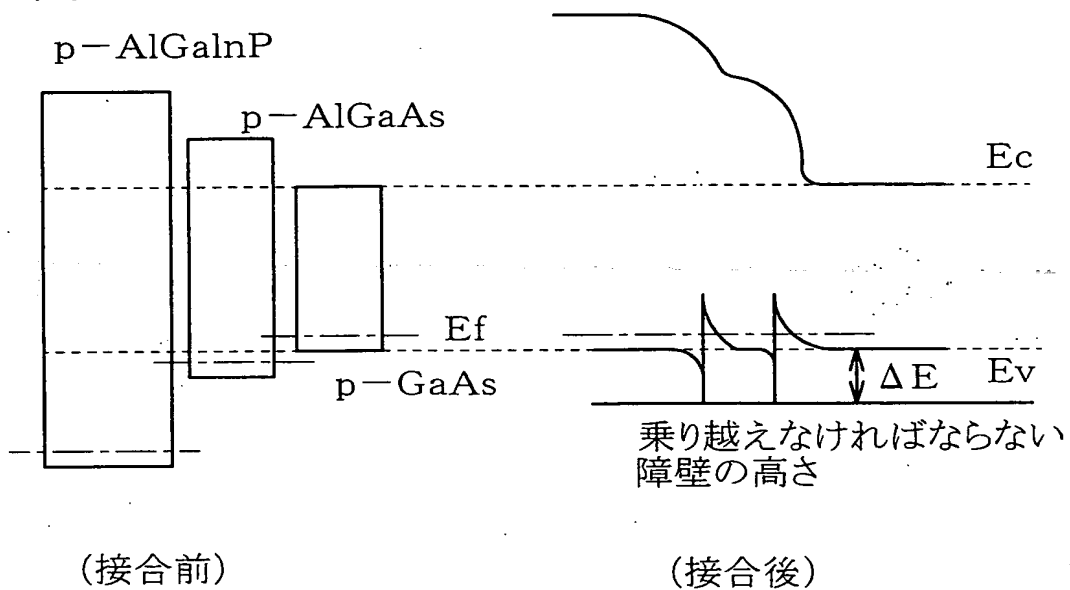


図12

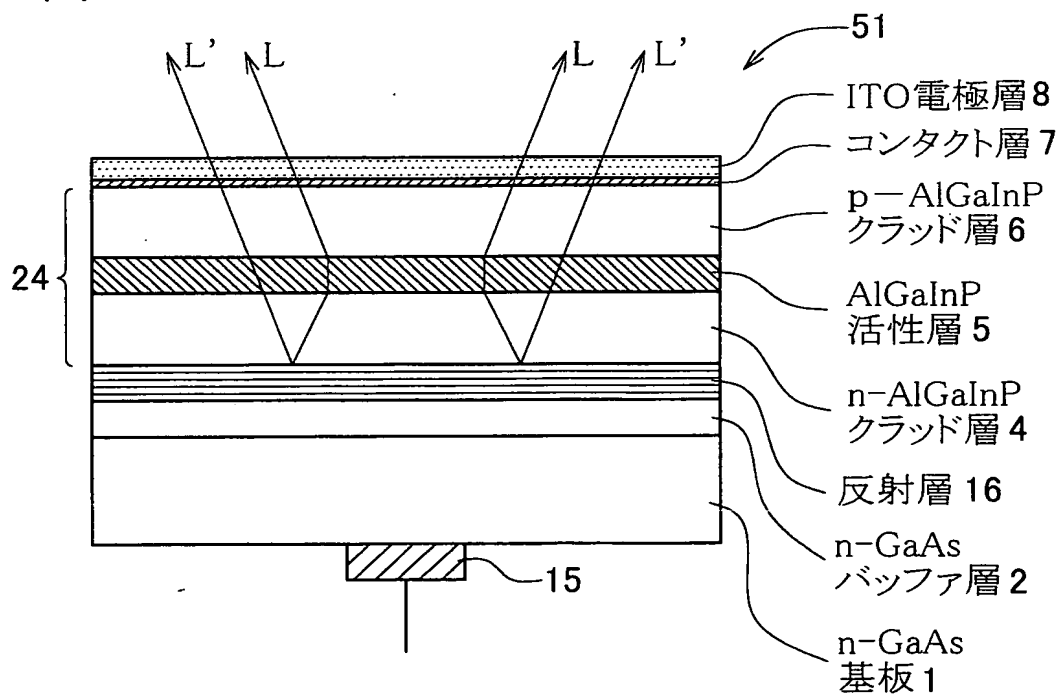


図13A

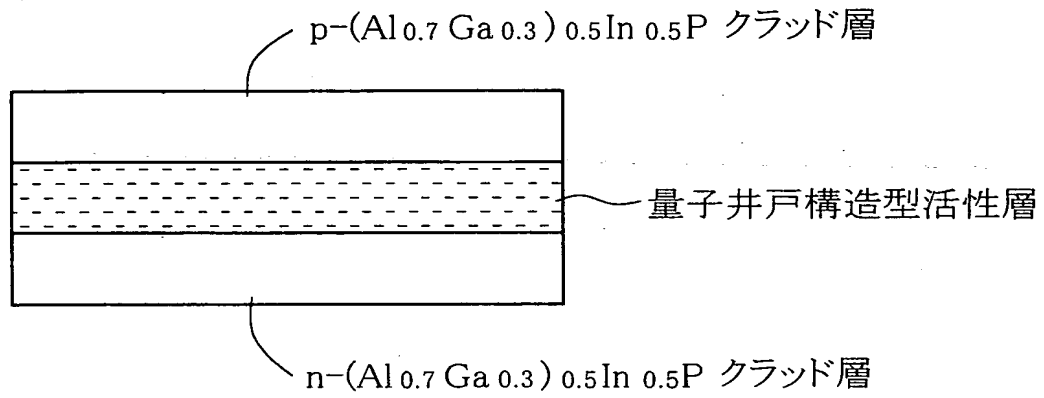


図13B

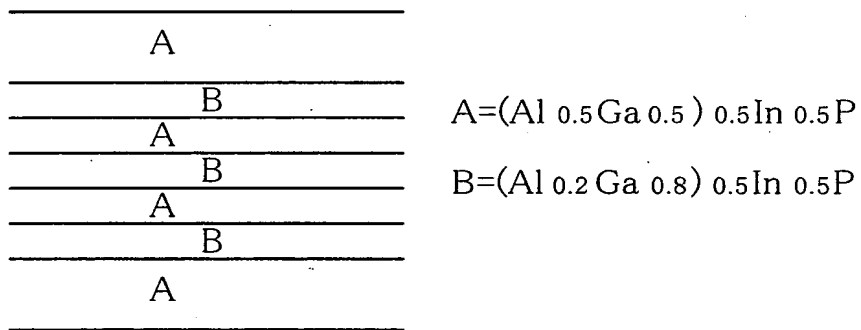
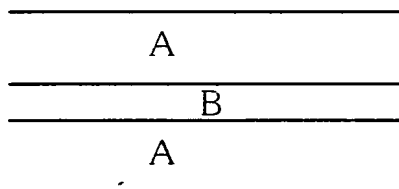


図13C



優先権証明願 (P C T)

特許庁長官 殿

1. 出願番号

特願 2 0 0 2 - 2 3 0 3 4 3

2. 請求人

識別番号 1 0 0 0 9 5 7 5 1

住 所 〒460-0008 愛知県名古屋市中区栄二丁目 9 番 3 0 号
栄山吉ビル

氏 名 弁理士 菅原 正倫

電話番号 (0 5 2) 2 1 2 - 1 3 0 1

FAX 番号 (0 5 2) 2 1 2 - 1 3 0 2

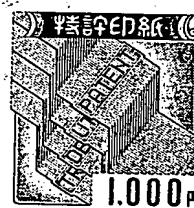


3. 出願国名 P C T

4. 証明に係る他の書類名

なし

(提出日 平成 1 5 年 8 月 5 日)



(1, 4 0 0 円)

Best Available Copy

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004 年 2 月 19 日 (19.02.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/015785 A1

(51) 国際特許分類⁷: H01L 33/00
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/009979
(22) 国際出願日: 2003 年 8 月 6 日 (06.08.2003)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願2002-230343 2002 年 8 月 7 日 (07.08.2002) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 信越
半導体株式会社 (SHIN-ETSU HANDOTAI CO.,LTD.)
[JP/JP]; 〒100-0005 東京都千代田区丸の内1丁目
4番2号 Tokyo (JP). 株式会社ナノテコ (NANOTECO

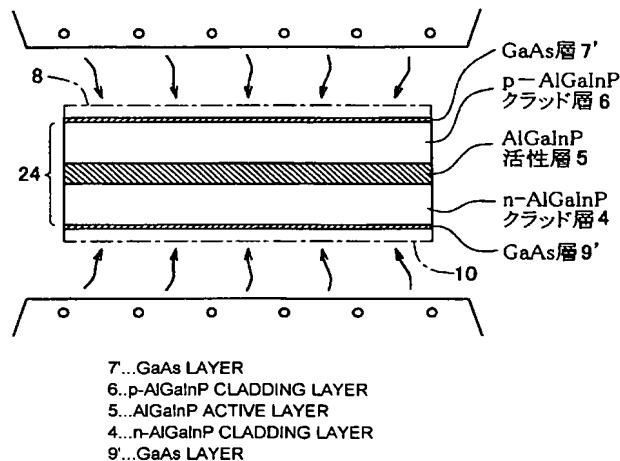
CORPORATION) [JP/JP]; 〒181-0013 東京都三鷹市
下連雀3丁目38番地4号 三鷹産業プラザ408
Tokyo (JP).

(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 能登 宣彦
(NOTO, Nobuhiko) [JP/JP]; 〒379-0196 群馬県安中市
磯部二丁目13番1号 信越半導体株式会社 半導体磯
部研究所内 Gunma (JP). 山田 雅人 (YAMADA, Masato)
[JP/JP]; 〒379-0196 群馬県安中市磯部二丁目13番
1号 信越半導体株式会社 磯部工場内 Gunma (JP). 野
崎 真次 (NOZAKI, Shinji) [JP/JP]; 〒214-0032 神奈川県
川崎市 杉形6-5-2 フローラルガーデン向ヶ丘遊
園308 Kanagawa (JP). 内田 和男 (UCHIDA, Kazuo)
[JP/JP]; 〒146-0085 東京都大田区久が原4-5-7
Tokyo (JP). 森崎 弘 (MORISAKI, Hiroshi) [JP/JP]; 〒

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING LIGHT-EMITTING DEVICE AND LIGHT-EMITTING DEVICE

(54) 発明の名称: 発光素子の製造方法及び発光素子



(57) Abstract: A light-emitting device (100) has transparent ITO electrode layers (8, 10) for applying an emission drive voltage to a light-emitting layer portion (24). A light from the light-emitting layer portion (24) is taken out through the transparent ITO electrode layers (8, 10). Contact layers made of In-containing GaAs are formed between the light-emitting layer portion (24) and the transparent ITO electrode layers (8, 10) in such a manner that the contact layers are in contact with the ITO transparent electrode layers. The contact layers (7, 9) is formed by heat treating a multilayer body (13) which is formed by disposing GaAs layers (7', 9') on the light-emitting layer portion and then providing the transparent ITO electrode layers on the GaAs layers (7', 9'), to diffuse In from the transparent ITO electrode layers (8, 10) into the GaAs layers (7', 9'). Accordingly, there is disclosed a method for manufacturing a light-emitting device wherein the transparent ITO electrode layers are joined, as emission drive electrodes, to the light-emitting layer portion via the contact layers; the contact resistance of the electrodes is reduced; and the formation of the contact layers is hardly affected by the lattice constant difference with the light-emitting layer portion.

(57) 要約: 発光素子100は、発光層部24に発光駆動電圧を印加するためのITO透明電極層8、10を有し、発光層部24からの光が、該ITO透明電極層8、10を透過させる形で取り出される。また、発光層部24とITO透明電極層8、10との間に、Inを含有したGaAsよりなるコンタクト層が、該ITO透明電極層と接する形にて形成される。該コンタクト層7、9は、発光

[続葉有]



350-2204 埼玉県 鶴ヶ島市 鶴が丘 27-16-606
Saitama (JP).

(74) 代理人: 菅原 正倫 (SUGAWARA, Seirin); 〒460-0008
愛知県 名古屋市中区 栄二丁目 9 番 30 号 栄山吉ビル Aichi (JP).

(81) 指定国 (国内): CN, KR, US.

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

層部上にGaAs層7', 9'を形成し、そのGaAs層7', 9'と接するようにITO透明電極層8, 10を形成した積層体13を熱処理することにより、ITO透明電極層8, 10からGaAs層7', 9'にInを拡散させて形成する。これにより、発光駆動用の電極としてITO透明電極層をコンタクト層を介して接合し、該電極の接触抵抗を低減するとともに、コンタクト層形成に際して発光層部との格子定数差の影響も受けにくい発光素子の製造方法を提供する。

明 細 書

発光素子の製造方法及び発光素子

5 技術分野

この発明は発光素子の製造方法及び発光素子に関する。

背景技術

化合物半導体にて発光層部を形成した半導体発光素子のうち、表示用や照明用な
10 どの発光ダイオード光源として用いるものは、発光層部の光取出面側に駆動電圧を
印加するための金属電極を形成する。金属電極は遮光体として作用するため、例え
ば発光層部主表面の中央部のみを覆う形で形成し、その周囲の電極非形成領域から
光を取り出すこととなる。しかし、金属電極が遮光体であることに変わりはなく、
また、電極面積を極端に小さくしすぎると、素子面内の電流拡散が妨げられて、却
15 って光取出量が制限される問題もある。そこで、発光層部の全面を、高導電率の I
TO (Indium Tin Oxide : 酸化インジウム錫) 透明電極層にて覆い、透明電極層
を介した光取出し効率の向上と、電流拡散効果の改善とを同時に図る提案が、例え
ば特開平 1-225178 号公報や、特開平 6-188455 号公報に開示されて
いる。

20 いずれの公報においても、発光層部に直接 ITO 透明電極層を形成したのではコ
ンタクト抵抗が高くなりすぎ、適正な動作電圧で駆動できなくなる点を問題として
あげている。特開平 1-225178 号公報では、発光層部の上に、 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ (以下、 InGaAs とも記する) よりなるコンタクト層を有機金属気相成
長法 (Metal-Organic Vapor Phase Epitaxy: MOVPE) にて直接エピタキシャル
25 ル成長させ、その上に ITO 透明電極層を形成する方法が開示されている。他方、

特開平 6-188455 号公報では、発光層部の上に GaAs 層を MOVPE 法にてエピタキシャル成長させ、その上に ITO 透明電極層を形成した後、熱処理を行う方法が開示されている。

5 本発明は、発光駆動用の電極として ITO 透明電極層を、コンタクト層を介して接合し、該電極の接触抵抗を低減するとともに、コンタクト層形成に際して発光層部との格子定数差の影響も受けにくい発光素子の製造方法と、該コンタクト層の構造改善により、さらなる高性能化を図ることができる発光素子とを提供することにある。

10 上記の先行技術にて採用されている MOVPE 法で形成される InGaAs コンタクト層は、上記発光層部をなす化合物半導体、例えば、GaAs や GaAs 基板上にエピタキシャル成長された AlGaAs や AlGaInP との格子定数の差が、混晶比により、最大で 4% 程度にまで大きくなる。そのため、次のような問題を生ずる。

15 ① InGaAs コンタクト層と発光層部との格子不整合により、発光効率の低下などの品質低下を招きやすい。

20 ② InGaAs コンタクト層を直接エピタキシャル成長する特開平 1-225178 号公報の方法では、発光層部との上記の格子定数差により均一なコンタクト層の成長が困難であり、例えば島状の成膜状態となって、ITO 透明電極層とのコンタクトを十分に確保できなくなる。一方、ITO 透明電極層を形成した後に熱処理する特開平 6-188455 号公報に開示された実施例は、熱処理温度が 800℃ と高く、また、熱処理時間が 5 分と長い。

発明の開示

そこで上記の課題を解決するために、本発明の発光素子の製造方法は、

25 $(Al_xGa_{1-x})_yIn_{1-y}P$ (但し、 $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$) により、第一

導電型クラッド層、活性層及び第二導電型クラッド層がこの順序にて積層されたダブルヘテロ構造を有するものとして発光層部が構成され、第一導電型クラッド層及び第二導電型クラッド層の少なくともいずれかの側に、発光層部に発光駆動電圧を印加するためのITO透明電極層を有する発光素子の製造方法において、

- 5 発光層部上にGaAs層を形成し、当該GaAs層と接するようにITO透明電極層を形成した後に熱処理することにより、ITO透明電極層からGaAs層にInを拡散させて、Inを含有したGaAsよりなるコンタクト層となすことを特徴とする。

- 上記の発光層部は、活性層の両側に形成されるクラッド層とのバンドギャップ差
10 に起因したエネルギー障壁により、注入されたホールと電子とが狭い活性層中に閉じ込められて効率よく再結合するので、非常に高い発光効率を実現できる。さらに、AlGaInPよりなる活性層の組成調整により、緑色から赤色領域（ピーク発光波長が520nm以上670nm以下）にかけて、広範囲の発光波長を実現することができる。そして、本発明の発光素子の製造方法においては、AlGaInPからなる発光層部上に、GaAs層を形成し、そのGaAs層と接するようにITO
15 透明電極層を形成する。発光層部は例えばIII-V族化合物半導体にて構成されるものであり、その上（ただし、格子整合する別の層が介在していてもよい）に形成されるGaAs層とともに、例えば周知のMOVPE法にて形成できる。GaAs層はAlGaInP発光層部と格子整合が極めて容易であり、InGaAsを直接
20 接エピタキシャル成長する特開平1-225178号公報の場合と比較して、均質で連続性のよい膜を形成できる。

- そして、そのGaAs層上にITO透明電極層を形成した後、熱処理することにより、ITO透明電極層からGaAs層にInを拡散させてコンタクト層とする。このように熱処理して得られるInを含有したGaAsよりなるコンタクト層は、
25 In含有量が過剰とならず、発光層部との格子不整合による、発光強度低下などの

品質劣化を効果的に防止することができる。GaAs層と発光層部との格子整合は、発光層部が $(Al_xGa_{1-x})_yIn_{1-y}P$ （ただし、 $0 \leq x \leq 1$ ， $0.45 \leq y \leq 0.55$ ）にて構成される場合に特に良好となるので、混晶比 y を上記の範囲に設定して、発光層部（クラッド層あるいは活性層）を形成することが望ましいといえる。

上記の熱処理は、コンタクト層の厚さ方向におけるIn濃度分布が、図6の①に示すように、ITO透明電極層から厚さ方向に遠ざかるにつれ連続的に減少するものとなるようにする（つまり、In濃度分布に傾斜をつける）ことが望ましい。こうした構造は、熱処理により、ITO側からコンタクト層側へInを一方向的に拡散させることにより形成される。また、本発明の発光素子の第一は、 $(Al_xGa_{1-x})_yIn_{1-y}P$ （ただし、 $0 \leq x \leq 1$ ， $0 \leq y \leq 1$ ）により、第一導電型クラッド層、活性層及び第二導電型クラッド層がこの順序にて積層されたダブルヘテロ構造を有するものとして発光層部が構成され、第一導電型クラッド層及び第二導電型クラッド層の少なくともいずれかの側に、発光層部に発光駆動電圧を印加するためのITO透明電極層を有し、発光層部からの光が、該ITO透明電極層を透過させる形で取り出されるとともに、発光層部とITO透明電極層との間に、Inを含有したGaAsよりなるコンタクト層が、該ITO透明電極層と接する形にて形成され、コンタクト層の厚さ方向におけるIn濃度分布が、ITO透明電極層から厚さ方向に遠ざかるにつれ連続的に減少するものとされたことを特徴とする。これは、AlGaInPよりなる発光層部側にて、コンタクト層のIn濃度分布が小さくなること、つまり、発光層部との格子定数差が縮まることを意味する。このようなIn濃度分布のコンタクト層を形成することにより、発光層部との格子整合性をより高めることができる利点を生ずる。熱処理温度が過度に高くなったり、あるいは熱処理時間が長大化すると、ITO透明電極層からのIn拡散が過度に進行して、図6の③に示すように、コンタクト層内のIn濃度分布が厚さ方向に略一定の高い値

を示すようになり、上記の効果は得られなくなる（なお、熱処理温度が過度に低く
なったり、あるいは熱処理時間が過度に短時間化すると、図6の②に示すように、
コンタクト層内のIn濃度が不足することにつながる）。

この場合、図6において、コンタクト層の、ITO透明電極層との境界位置にお
けるIn濃度を C_A とし、これと反対側の境界位置におけるIn濃度を C_B とした
とき、 C_B/C_A が0.8以下となるように調整することが望ましく、該形態のIn
濃度分布が得られるように、前述の熱処理を行うことが望ましい。 C_B/C_A が
0.8を超えると、In濃度分布傾斜による発光層部との格子整合性改善効果が十
分に得られなくなる。なお、コンタクト層の平均的なIn濃度 C_M が、InとGa
との合計濃度に対するInの原子比にて、例えば前述の望ましい値（0.1以上0.
6以下）を確保できるのであれば、コンタクト層の、ITO透明電極層に面してい
るのと反対側の境界位置でのIn濃度 C_B がゼロとなっていること、つまり、図7
に示すように、コンタクト層のITO透明電極層側にInGaAs層が形成され、
反対側の部分がGaAs層となる構造となっても差し支えない。なお、コンタ
クト層の厚さ方向の組成分布（InあるいはGa濃度分布）は、層を厚さ方向に
徐々にエッチングしながら、二次イオン質量分析（Secondary Ion Mass
Spectroscopy : SIMS）、オージェ電子分光分析（Auger Electron
Spectroscopy）、X線光電子分光（X-ray Photoelectron Spectroscopy : XPS）
などの周知の表面分析方法により測定することができる。また、その厚さ方向
濃度分布を積分平均することにより、コンタクト層の平均組成を測定できる。

コンタクト層の平均的なIn濃度は、InとGaとの合計濃度に対するInの原
子比にて、0.1以上0.6以下とされることが望ましく、上記の熱処理もこのよ
うな平均的なIn濃度が得られるように行うことが望ましい。上記定義によるIn
濃度が0.1未満になると、コンタクト層の接触抵抗低減効果が不十分となり、0.
6を超えるとコンタクト層と発光層部との格子不整合による、発光強度低下などの

品質劣化が甚だしくなる。

I T Oは、酸化スズをドーピングした酸化インジウム膜であり、酸化スズの含有量を1質量%以上9質量%以下（酸化インジウムの含有量を91質量%以上99質量%以下）とすることで、電極層の抵抗率を $5 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下の十分低い値とすることができる。このようなI T O透明電極層をG a A s層上に形成し、さらにこれを適正な温度範囲にて熱処理することにより、上記望ましいI n濃度を有したコンタクト層を容易に形成できる。また、この熱処理により、I T O透明電極層の電気抵抗率をさらに低減できる。熱処理は、具体的には特開平1-225178号公報に記載されている温度よりも低温の、600℃以上750℃以下にて行なうことが望ましい。熱処理温度が750℃を超えるとG a A s層へのI nの拡散速度が大きくなりすぎ、コンタクト層中のI n濃度が過剰となりやすくなる。また、I n濃度が飽和して、コンタクト層の厚さ方向に傾斜したI n濃度分布も得にくくなる。いずれも、コンタクト層と発光層部との格子整合が悪化することにつながる。また、G a A s層へのI nの拡散が過度に進みすぎると、コンタクト層との接触部付近にてI T O透明電極層のI nが枯渇し、電極の電気抵抗値の上昇が避けがたくなる。さらに、熱処理温度が上記のように高温になりすぎると、I T Oの酸素がG a A s層へ拡散して酸化が促進され、素子の直列抵抗が上昇しやすくなる。いずれも適正な電圧で発光素子を駆動できなくなる不具合につながる。また、熱処理温度が極端に高くなると、I T O透明電極層の電気抵抗率が帰って悪化する場合がある。他方、熱処理温度が650℃未満になると、G a A s層へのI nの拡散速度が小さくなりすぎ、接触抵抗を十分に低下させたコンタクト層を得るのに非常な長時間を要するようになるので、製造能率の低下が甚だしくなる。

また、熱処理時間は、5秒以上120秒以下に設定することが望ましい。熱処理時間が120秒以上になると、特に、熱処理温度が上限値に近い場合、G a A s層へのI nの拡散量が過剰となりやすくなる（ただし、熱処理温度を低めに留める場

合は、これよりも長い熱処理時間（例えば300秒程度まで）を採用することも可能である。他方、熱処理時間が5秒未満になると、GaAs層へのInの拡散量が不足し、接触抵抗を十分に低下させたコンタクト層が得にくくなる。

ITO透明電極層は、発光層部の全面を被覆する形にて形成することができる。

- 5 このように構成すると、ITO透明電極層に電流拡散層の機能を担わせることができ、従来のような化合物半導体からなる厚い電流拡散層の形成が不要となったり、仮に形成する場合でも、その厚みを大幅に減ずることができるから、工程の簡略化によるコスト削減に寄与し、産業利用上非常に有効である。他方、コンタクト層の形成厚さは、オーミック接触を形成するために必要十分な程度であれば、それほど
- 10 厚くする必要がなく、また、具体的には、コンタクト層を構成する化合物半導体が、薄層化によりバルク結晶とは異なるバンドギャップエネルギーを示すようにならない程度の厚さを確保すればよく、例えば $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ を用いる場合であれば、 $0.001\mu\text{m}$ 程度もあれば十分である。他方、 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ からなるコンタクト層の厚さを過剰に大きくすることは、該コンタクト層における光吸収が増大
- 15 する結果、光取出効率の低下を招くので、 $0.02\mu\text{m}$ 以下とすることが望ましい。また、コンタクト層を $0.001\mu\text{m}$ 以上 $0.02\mu\text{m}$ 以下の薄層とすることは、格子不整合の影響を軽減する上でも効果がある。

- コンタクト層と、第一導電型クラッド層と第二導電型クラッド層とのうち、該コンタクト層の形成側に位置するクラッド層との間には、それらコンタクト層とクラ
- 20 ッド層との中間のバンドギャップエネルギーを有する中間層を形成することができる。また、本発明の発光素子の第二は、化合物半導体層からなる発光層部と、該発光層部に発光駆動電圧を印加するためのITO透明電極層とを有し、発光層部からの光が、ITO透明電極層を透過させる形で取り出されるとともに、発光層部とITO透明電極層との間に、Inを含有したGaAsよりなるコンタクト層が、該I
- 25 TO透明電極層と接する形にて形成され、発光層部が、第一導電型クラッド層、活

性層及び第二導電型クラッド層がこの順序にて積層されたダブルヘテロ構造を有するものとして構成され、第一導電型クラッド層及び第二導電型クラッド層の少なくともいずれかとITO透明電極層との間にコンタクト層が形成されてなり、該コンタクト層と、第一導電型クラッド層と第二導電型クラッド層とのうち、該コンタクト層の形成側に位置するクラッド層との間に、それらコンタクト層とクラッド層との中間のバンドギャップエネルギーを有する中間層が形成されたことを特徴とする。

ダブルヘテロ構造の発光層部は、活性層へのキャリア閉じ込め効果を高めて内部量子効率を向上させるために、クラッド層と活性層との間の障壁高さを一定以上に高める必要がある。図10の模式バンド図(E_c は伝導帯底、 E_v は価電子帯頂の核エネルギーレベルを示す)に示すように、このようなクラッド層にコンタクト層を直接接合すると、クラッド層とコンタクト層との間に、接合によるバンドの曲がりにより、比較的高いヘテロ障壁が形成される場合がある。この障壁高さ ΔE は、クラッド層とコンタクト層との間のバンド端不連続値が大きくなるほど高くなり、キャリアの移動、特に有効質量のより大きいホールの移動を妨げやすくなる。例えば金属電極を使用する場合は、金属電極で覆うと光取出しができなくなるので、部分的な被覆となるように電極形成せざるを得ない。この場合、光取出し効率向上のため、電極の面内方向外側への電流拡散を何らかの形で促進しなければならない。例えば、金属電極の場合も、発光層部との間にGaAs等のコンタクト層が形成されることが多いが、金属電極の場合は、コンタクト層と発光層部との間に、ある程度高い障壁が形成された方が、障壁によるキャリアのせき止め効果により面内方向の電流拡散を促進できる利点がある。しかし、高い障壁形成のため、直列抵抗の増加は避け難い。

これに対し、ITO透明電極層を用いる場合は、ITO透明電極層自体が非常に高い電流拡散能を有しているため、障壁によるキャリアのせき止め効果はほとんど考慮する必要がない。しかも、ITO透明電極層の採用により、光取出領域の面積

は金属電極使用時と比較して大幅に増加している。そこで、図11に示すように、コンタクト層とクラッド層との間に、それらコンタクト層とクラッド層との中間のバンドギャップエネルギーを有する中間層を挿入すると、コンタクト層と中間層、及び中間層とクラッド層とのそれぞれはバンド端不連続値が小さくなるので、各々形成される障壁高さ ΔE も小さくなる。その結果、直列抵抗が軽減されて、低い駆動電圧にて十分に高い発光強度を達成することが可能となる。

上記本発明の発光素子の第二に係る構造を採用することによる効果は、ダブルヘテロ構造の発光層部の中でも、特にコンタクト層をなす In を含有した GaAs との格子整合性が比較的良好な AlGaInP にて発光層部を形成する場合に顕著である。この場合、発光層部と、 In を含有した GaAs よりなるコンタクト層との中間のバンドギャップエネルギーを有する中間層として、具体的には、 AlGaAs 層、 GaInP 層及び AlGaInP 層（バンドギャップエネルギーがクラッド層より小さくなるように組成調整されたもの）の少なくとも一つを含むものを好適に採用することができ、例えば AlGaAs 層を含むものとして形成することができる。また、これ以外の発光層部、例えば、 $\text{In}_x\text{Ga}_y\text{Al}_{1-x-y}\text{N}$ からなるダブルヘテロ構造の発光層部にも適用可能である。該発光層部は、活性層の組成調整により、紫外領域から赤色（ピーク発光波長が 300nm 以上 700nm 以下）にかけての範囲の発光波長を実現することができる。この場合、中間層は、例えば InGaAlN 層（バンドギャップエネルギーがクラッド層より小さくなるように組成調整されたもの）を含むものが採用可能である。また、駆動電圧低下の効果と、光取出し効率向上の効果とを最大限に引き出すには、光層部の全面に渡って中間層及びコンタクト層を形成し、該コンタクト層の全面を覆う形で ITO 透明電極層を形成する構成を採用することが望ましい。

図 1 は、本発明の発光素子の一例を積層構造にて示す模式図。

図 2 は、本発明の発光素子の別例を積層構造にて示す模式図。

図 3 は、図 1 の発光素子の製造工程を示す模式図。

図 4 A は、図 3 に続く模式図。

5 図 4 B は、図 4 A に続く模式図。

図 5 は、図 4 B に続く模式図。

図 6 は、コンタクト層の I_n 濃度分布の一例を、比較例と共に示す模式図。

図 7 は、コンタクト層の I_n 濃度分布の別例を示す模式図。

10 図 8 は、発光層部の第一主表面にのみコンタクト層及びITO透明電極層を形成した素子構造の例を示す模式図。

図 9 は、図 8 の光取出面側において、コンタクト層とクラッド層との間に中間層を挿入した素子構造の例を示す模式図。

図 10 は、コンタクト層のバンド構造の第一例を示す模式図。

図 11 は、コンタクト層のバンド構造の第二例を示す模式図。

15 図 12 は、図 5 において、光取出層の第二主表面側に反射層を挿入した素子構造の例を示す模式図。

図 13 A は、量子井戸構造を有する活性層の第一模式図。

図 13 B は、量子井戸構造を有する活性層の第二模式図。

図 13 C は、量子井戸構造を有する活性層の第三模式図。

20

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明を実施するための最良の形態を添付の図面を参照して説明する。

図 1 は、本発明の一実施形態である発光素子 100 を示す概念図である。発光素子 100 は、発光層部 24 の第一主表面 17 側に、コンタクト層 7 と ITO 透明電極層 8 とがこの順序にて形成されている。また、発光層部 24 の第二主表面 18 側

25

に、コンタクト層 9 と ITO 透明電極層 10 とがこの順序にて形成されている。ITO 透明電極層 8, 10 は、コンタクト層 7 及びコンタクト層 9 とともに、発光層部 24 の両主表面 17 側, 18 側のそれぞれ全面を覆う形にて形成されている。

発光層部 24 は、各々 $(Al_xGa_{1-x})_yIn_{1-y}P$ (ただし、 $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$) にて構成されるとともに、第一導電型クラッド層 6、第二導電型クラッド層 4、及び第一導電型クラッド層 6 と第二導電型クラッド層 4 との間に位置する活性層 5 からなるダブルヘテロ構造とされている。具体的には、ノンドープ $(Al_xGa_{1-x})_yIn_{1-y}P$ (ただし、 $0 \leq x \leq 0.55$, $0.45 \leq y \leq 0.55$) 混晶からなる活性層 5 を、各々該活性層 5 よりもバンドギャップエネルギーの大きい p 型 $(Al_xGa_{1-x})_yIn_{1-y}P$ クラッド層 6 と n 型 $(Al_xGa_{1-x})_yIn_{1-y}P$ クラッド層 4 とにより挟んだ構造となっている。図 1 の発光素子 100 では、ITO 透明電極層 8 側に p 型 $AlGaInP$ クラッド層 6 が配置されており、ITO 透明電極層 10 側に n 型 $AlGaInP$ クラッド層 4 が配置されている。従って、通電極性は ITO 透明電極層 8 側が正である。なお、当業者には自明のことであるが、ここでいう「ノンドープ」とは、「ドーパントの積極添加を行わない」との意味であり、通常の製造工程上、不可避免的に混入するドーパント成分の含有（例えば $10^{13} \sim 10^{16} / \text{cm}^3$ 程度を上限とする）をも排除するものではない。

また、コンタクト層 7, 9 は、いずれも In を含有した $GaAs$ よりなり、図 6 ①において、その平均的な In 濃度 C_M が、 In と Ga との合計濃度に対する In の原子比にて、 0.1 以上 0.6 以下とされる。また、 In 濃度は、ITO 透明電極層から厚さ方向に遠ざかるにつれ連続的に減少するものとなっており、ITO 透明電極層 8, 10 (図 1) との各境界位置における In 濃度を C_A とし、これと反対側の境界位置（つまり、クラッド層 6, 4 (図 1) との各境界位置）における In 濃度を C_B としたとき、 C_B / C_A が 0.8 以下となるように調整されている。コンタクト層 7, 9 の厚さは、 $0.001 \mu\text{m}$ 以上 $0.02 \mu\text{m}$ 以下（望ましくは $0.$

0.05 μm 以上0.01 μm 以下)である。

なお、図1の発光素子100において、各層の厚さの実例として以下のような数値を例示できる：

- ・コンタクト層7＝厚さ：約0.005 μm
- 5 ・ITO透明電極層8＝厚さ：0.4 μm 、酸化スズ含有率：7質量%（残部酸化インジウム）；
- ・p型AlGaInPクラッド層6＝1 μm ；
- ・AlGaInP活性層5＝0.6 μm ；
- ・n型AlGaInPクラッド層4＝1 μm ；
- 10 ・コンタクト層9＝厚さ：約0.005 μm
- ・ITO透明電極層10＝ITO透明電極層8と同一構成。

以下、図1の発光素子100の製造方法について説明する。

- まず、図3に示すように、AlGaInP混晶と格子整合する化合物半導体単結晶基板であるGaAs単結晶基板1の第一主表面1aに、n型GaAsバッファ層
- 15 2を例えば0.5 μm 、次いで、発光層部24として、1 μm のn型AlGaInPクラッド層4、0.6 μm のAlGaInP活性層（ノンドープ）5、及び1 μm のp型AlGaInPクラッド層6、さらにGaAs層7'をp型AlGaInPクラッド層6上に厚さ0.005 μm にてエピタキシャル成長させる。これら各層のエピタキシャル成長は、公知のMOVPE法により行なうことができる。

- 20 上記の成長後、例えば硫酸系水溶液（濃硫酸：30%過酸化水素水：水＝3：1：1容量比）からなるエッチング液に浸漬することにより、GaAs基板1およびGaAsバッファ層2をエッチング除去することができる（図4A）。そして、図4Bに示すように、そのエッチング剥離された側において、n型AlGaInPクラッド層4の主表面18に、GaAs層9'を、MOVPE法により厚さ0.0
- 25 05 μm にてエピタキシャル成長させる。

そして、それぞれのGaAs層7'及びGaAs層9'の両主表面に、公知の高周波スパッタリング法（ターゲット組成（ $\text{In}_2\text{O}_3=90.2$ 重量％， $\text{SnO}_2=9.8$ 重量％）、rf周波数13.56MHz、Ar圧力0.6Pa、スパッタ電力30W）により、ITO透明電極層8，10をそれぞれ厚さ0.4 μm にて形成し、積層体ウェーハ13を得る。

図5に示すように、この積層体ウェーハ13を炉Fの中に配置し、例えば窒素雰囲気中あるいはAr等の不活性ガス雰囲気中にて、600℃以上750℃以下（例えば700℃）の低温で、5秒以上120秒以下（例えば30秒）の短時間の熱処理を施す。これにより、ITO透明電極層8，10からGaAs層7'，9'にInが拡散し、図6（あるいは図7）に示すときIn濃度分布のコンタクト層7，9が得られる。熱処理後の積層体ウェーハ13はダイシングにより半導体チップとされ、支持体に固着した後、図1に示すようにリード線14b，15bを取り付け、さらに図示しない樹脂封止部を形成することにより発光素子100が得られる。

上記発光素子100によると、p型AlGaInPクラッド層6及びn型AlGaInPクラッド層4の全面が、それぞれコンタクト層7及びコンタクト層9を介してITO透明電極層8及びITO透明電極層10により覆われてなり、これらITO透明電極層8，10を介して駆動電圧が印加される。駆動電圧による駆動電流は導電性の良好なITO透明電極層8，10の全面に均一に拡散するので、光取出面（両主表面17，18）の全体にわたって均一な発光が得られるとともに、電極層8，10が透明なので光取出効率が向上する。さらに、ITO透明電極層8，10は、バンドギャップが比較的狭いコンタクト層7，9に対しオーミック状接触状態を形成するため、接触部の直列抵抗が小さく抑えられ、発光効率が大幅に高められている。さらに、厚い電流拡散層が不要となるため、ITO透明電極層と発光面までの距離を大幅に短くできる。その結果、直列抵抗の低減を図ることができる。

また、コンタクト層7，9は、AlGaInPよりなる発光層部24に対し、格

子整合性の良好なGaAs層7', 9'をまず形成し、その後、比較的低温で短時間の熱処理を施すことにより、In含有量が過剰でなく、しかも均質で連続性の良好なものとなる。その結果、発光層部24との格子不整合による、発光強度低下などの品質劣化を効果的に防止することができる。

- 5 コンタクト層7, 9は、適当なドーパントの添加により、これと接する各クラッド層6, 4とそれぞれ同じ導電型を有するものとして形成してもよいが、これらコンタクト層7, 9を上記のような薄層として形成する場合は、これらをドーパント濃度の低い低ドーブ層（例えば 10^{17} 個/cm³以下；あるいはノンドープ層（ 10^{13} 個/cm³～ 10^{16} 個/cm³）として形成しても直列抵抗の過度の増加を招
- 10 かないので、問題なく採用可能である。他方、低ドーブ層とした場合、発光素子の駆動電圧によっては、以下のような効果が達成できる。すなわち、コンタクト層を低ドーブ層とすることで、層の電気抵抗率自体は高くなるので、これを挟む電気抵抗率の小さいクラッド層あるいはITO透明電極層8, 10に対して、コンタクト層の層厚方向に印加される電界（すなわち、単位距離当たりの電圧）が相対的に高
- 15 くなる。このとき、コンタクト層を、バンドギャップの比較的小さいInを含有したGaAsにより形成しておく、と、上記電界の印加によりコンタクト層のバンド構造に適度な曲がりが生じ、より良好なオーミック状接合を形成することができる。そして、図6あるいは図7に示すように、コンタクト層7, 9のIn濃度が、ITO透明電極層8, 10との接触側にて高められていることで、該効果が一層顕著な
- 20 ものとなっている。

- なお、InGaAs層とAlGaInP層とを直接接合した場合、接合界面にやや高いヘテロ障壁が形成され、これに起因して直列抵抗成分が増大する場合があります。そこで、これを低減する目的で、図1に一点鎖線で示すようにITO透明電極層8, 10と接するコンタクト層7, 9と、AlGaInPクラッド層6, 5との間に、両者の中間のバンドギャップエネルギーを有する中間層11, 12を挿入
- 25

することができる。中間層 11, 12 は、例えば AlGaAs 、 GaInP 及び AlGaInP の少なくとも 1 つを含むものとして構成でき、例えば中間層の全体を単一の AlGaAs 層として構成できる。この構造を採用する場合でも、それら中間層の厚さはそれぞれ $0.1 \mu\text{m}$ 程度以下 ($0.01 \mu\text{m}$ 以上: これ以上薄くなると、バルクのバンド構造が失われ、所期の接合構造が得られなくなる) とすることが可能のため、薄層化によるエピタキシャル成長時間の短縮、ひいては生産性の向上を図ることができ、中間層形成による直列抵抗の増分も少なくできるため、発光効率も損なわれにくい。

このような中間層 11, 12 を形成した発光素子としては、図 2 に示すように、
10 ダブルヘテロ構造をなす発光層部 124 の各層 (p 型クラッド層 106、活性層 105 及び n 型クラッド層 104) を AlGaInN 混晶により形成した、青色あるいは紫外発光用のワイドギャップ型発光素子 200 であってもよい。発光層部 124 は、図 1 の発光素子 100 と同様に MOVPE 法により形成される。該図 2 の発光素子 200 は、発光層部 124 を除き、残りの部分は図 1 の発光素子 100 と同一構成であるので、詳細な説明は省略する。
15

なお、図 8 に示す発光素子 50 のように、ダブルヘテロ構造層からなる発光層部 24 に、その片側にのみコンタクト層及び ITO 透明電極層を接合してもよい。この場合は、n 型 GaAs 基板 1 は素子基板に流用され、その第一主表面側にコンタクト層 7 及び ITO 透明電極層 8 が形成される。

20 図 9 は、その光取出面側の ITO 透明電極層 8 について、コンタクト層 7 とクラッド層 6 との間に、中間層 20, 21 を形成した例である。該コンタクト層 7 は、図 7 に示すような InGaAs 層と GaAs 層とからなるものであり、バンド端不連続値の縮小に寄与している。また、中間層 20, 21 は、バンドギャップエネルギーがクラッド層側に向けて段階的に減少する複数層 (連続的に減少する単一層であつてもよい)、この実施形態では、 AlGaAs 層 20 と AlGaInP 層 21
25

との2層により構成され、同様にバンド端不連続値の縮小に寄与している。特に、
発光層部24における活性層のバンドギャップエネルギーが大きい、つまり、発光
波長が短い場合は、キャリア閉じ込め効果確保に必要な十分な活性層側のバンド端不
連続値を確保するために、クラッド層側のバンドギャップエネルギーも高めざるを

- 5 得ない（例えばAlGaInPの場合は、Al含有量の高いクラッド層とする）。
この場合は、コンタクト層との間に形成される障壁高さも大きくなるので、このよ
うに複数の中間層20, 21を設けることが有効となる。

- また、図12に示す発光素子51のように、GaAs基板1と発光層部24との
間に、例えば特開平7-66455号公報に開示されている半導体多層膜や、ある
10 いはAuないしAu合金にて構成された金属層を反射層16として挿入することが
できる。これにより、発光層部24から直接光取出層側に漏出する光Lに加え、反
射層16での反射光L'が加わるので、光取出効率を高めることができる。また、
全反射損失をさらに低減するために、特開平5-190893号公報に開示されて
いるように、発光層部と光取出層との界面を光取出方向に向けて凸状に湾曲させる
15 こともできる。

- また、活性層5あるいは105は上記実施形態では単一層として形成していたが、
これを、バンドギャップエネルギーの異なる複数の化合物半導体層が積層されたも
の、具体的には、図13Aに示すような量子井戸構造を有するものとして構成する
こともできる。量子井戸構造を有する活性層は、図13B及び図13Cに示すよう
20 に、混晶比の調整によりバンドギャップが互いに相違する2層、すなわちバンドギ
ャップエネルギーの小さい井戸層Bと大きい障壁層Aとを、各々電子の平均自由工
程もしくはそれ以下の厚さ（一般に、1原子層～数10Å）となるように格子整合
させる形で積層したものである。上記構造では、井戸層Bの電子（あるいはホー
ル）のエネルギーが量子化されるため、例えば半導体レーザー等に適用した場合に、
25 発振波長をエネルギー井戸層の幅や深さにより自由に調整でき、また、発振波長の

安定化、発光効率の向上、さらには発振しきい電流密度の低減などに効果がある。

さらに、井戸層Bと障壁層Aとは厚さが非常に小さいため、2～3%程度までであれば格子定数のずれが許容され、発振波長領域の拡大も容易である。なお、量子井戸構造は、図13Bに示すように、井戸層Bを複数有する多重量子井戸構造として

- 5 もよいし、図13Cに示すように、井戸層Bを1層のみ有する単一量子井戸構造としてもいづれでもよい。図13A～図13Cでは、p型及びn型の各クラッド層を $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 混晶により、障壁層Aを $(\text{Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 混晶により、井戸層Bを $(\text{Al}_{0.2}\text{Ga}_{0.8})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 混晶によりそれぞれ構成している。なお、障壁層Aの厚さは、例えばクラッド層と接する
- 10 もののみ50nm程度とし、他は6nm程度とすることができる。また、井戸層Bは5nm程度とすることができる。

請求の範囲

1. $(Al_xGa_{1-x})_yIn_{1-y}P$ (但し、 $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$) により、
第一導電型クラッド層、活性層及び第二導電型クラッド層がこの順序にて積層され
5 たダブルヘテロ構造を有するものとして発光層部が構成され、前記第一導電型クラ
ッド層及び前記第二導電型クラッド層の少なくともいずれかの側に、前記発光層部
に発光駆動電圧を印加するためのITO透明電極層を有する発光素子の製造方法に
おいて、
前記発光層部上にGaAs層を形成し、当該GaAs層と接するように前記IT
10 O透明電極層を形成した後に熱処理することにより、前記ITO透明電極層から前
記GaAs層にInを拡散させて、Inを含有したGaAsよりなるコンタクト層
となすことを特徴とする発光素子の製造方法。
2. 前記熱処理を600℃以上750℃以下にて行うことを特徴とする請求の範
囲第1項記載の発光素子の製造方法。
- 15 3. 前記コンタクト層の平均的なIn濃度が、InとGaとの合計濃度に対する
Inの原子比にて、0.1以上0.6以下となるように、前記熱処理が行われるこ
とを特徴とする請求の範囲第1項又は第2項に記載の発光素子の製造方法。
4. 前記熱処理の時間を5秒以上120秒以下に設定することを特徴とする請求
の範囲第1項ないし第3項のいずれか1項に記載の発光素子の製造方法。
- 20 5. 前記発光層部は、 $(Al_xGa_{1-x})_yIn_{1-y}P$ (但し、 $0 \leq x \leq 1$, $0.45 \leq y \leq 0.55$) にて構成されることを特徴とする請求の範囲第1項ないし第
4項のいずれか1項に記載の発光素子の製造方法。
6. 前記コンタクト層の厚さを0.001μm以上0.02μm以下の範囲に調
整することを特徴とする請求の範囲第1項ないし第5項のいずれか1項に記載の発
25 光素子の製造方法。

7. 前記コンタクト層の厚さ方向における I_n 濃度分布が、前記ITO透明電極層から厚さ方向に遠ざかるにつれ連続的に減少するものとなるように、前記熱処理が行なわれることを特徴とする請求の範囲第1項ないし第6項のいずれか1項に記載の発光素子の製造方法。

5 8. 前記コンタクト層の、前記ITO透明電極層との境界位置における I_n 濃度を C_A とし、これと反対側の境界位置における I_n 濃度を C_B として、 C_B/C_A が 0.8 以下となるように、前記熱処理が行われることを特徴とする請求の範囲第1項ないし第7項のいずれか1項に記載の発光素子の製造方法。

9. 前記コンタクト層と、前記第一導電型クラッド層と第二導電型クラッド層とのうち、該コンタクト層の形成側に位置するクラッド層との間に、それらコンタクト層とクラッド層との中間のバンドギャップエネルギーを有する中間層を形成することを特徴とする請求の範囲第1項ないし第8項のいずれか1項に記載の発光素子の製造方法。

10

10. 前記中間層を、 $AlGaAs$ 層、 $GaInP$ 層及び $AlGaInP$ 層のうち少なくとも一つを含むものとして形成することを特徴とする請求の範囲第9項記載の発光素子の製造方法。

15

11. 前記発光層部の全面に渡って前記中間層及びコンタクト層をこの順に形成し、該コンタクト層の全面を覆う形で前記ITO透明電極層を形成することを特徴とする請求の範囲第9項又は第10項に記載の発光素子の製造方法。

20 12. $(Al_xGa_{1-x})_yIn_{1-y}P$ (但し、 $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$) により、第一導電型クラッド層、活性層及び第二導電型クラッド層がこの順序にて積層されたダブルヘテロ構造を有するものとして発光層部が構成され、前記第一導電型クラッド層及び前記第二導電型クラッド層の少なくともいずれかの側に、前記発光層部に発光駆動電圧を印加するためのITO透明電極層を有し、前記発光層部からの光

25

が、該ITO透明電極層を透過させる形で取り出されるとともに、前記発光層部と

前記ITO透明電極層との間に、Inを含有したGaAsよりなるコンタクト層が、
該ITO透明電極層と接する形にて形成され、

前記コンタクト層の厚さ方向におけるIn濃度分布が、前記ITO透明電極層から厚さ方向に遠ざかるにつれ連続的に減少するものとされたことを特徴とする発光

5 素子。

13. 前記発光層部は、 $(Al_xGa_{1-x})_yIn_{1-y}P$ (但し、 $0 \leq x \leq 1$, $0.45 \leq y \leq 0.55$) にて構成されることを特徴とする請求の範囲第12項記載の発光素子。

14. 前記コンタクト層の厚さが $0.001 \mu m$ 以上 $0.02 \mu m$ 以下の範囲に
10 調整される請求の範囲第12項又は第13項に記載の発光素子。

15. 前記コンタクト層の平均的なIn濃度が、InとGaとの合計濃度に対するInの原子比にて、 0.1 以上 0.6 以下とされることを特徴とする請求の範囲第12項ないし第14項のいずれか1項に記載の発光素子。

16. 前記コンタクト層の、前記ITO透明電極層との境界位置におけるIn濃度を C_A とし、これと反対側の境界位置におけるIn濃度を C_B として、 C_B/C_A
15 が 0.8 以下とされる請求の範囲第15項記載の発光素子。

17. 前記コンタクト層と、前記第一導電型クラッド層と第二導電型クラッド層とのうち、該コンタクト層の形成側に位置するクラッド層との間に、それらコンタクト層とクラッド層との中間のバンドギャップエネルギーを有する中間層が形成されたことを特徴とする請求の範囲第12項ないし第16項のいずれか1項に記載の
20 発光素子。

18. 化合物半導体層からなる発光層部と、該発光層部に発光駆動電圧を印加するためのITO透明電極層とを有し、前記発光層部からの光が、前記ITO透明電極層を透過させる形で取り出されるとともに、前記発光層部と前記ITO透明電極層との間に、Inを含有したGaAsよりなるコンタクト層が、該ITO透明電極
25 層との間に、Inを含有したGaAsよりなるコンタクト層が、該ITO透明電極

層と接する形にて形成され、

前記発光層部は、第一導電型クラッド層、活性層及び第二導電型クラッド層がこの順序にて積層されたダブルヘテロ構造を有するものとして構成され、前記第一導電型クラッド層及び前記第二導電型クラッド層の少なくともいずれかと前記ITO

- 5 透明電極層との間に前記コンタクト層が形成されてなり、該コンタクト層と、前記第一導電型クラッド層と第二導電型クラッド層とのうち、該コンタクト層の形成側に位置するクラッド層との間に、それらコンタクト層とクラッド層との中間のバンドギャップエネルギーを有する中間層が形成されたことを特徴とする発光素子。

- 10 19. 前記中間層を、AlGaAs層、GaInP層及びAlGaInP層のうち少なくとも一つを含むものとして形成することを特徴とする請求の範囲第17項又は第18項に記載の発光素子。

20. 前記発光層部の全面に渡って前記中間層及びコンタクト層がこの順に形成され、該コンタクト層の全面を覆う形で前記ITO透明電極層が形成されたことを特徴とする請求の範囲第17項ないし第19項のいずれか1項に記載の発光素子。

図1

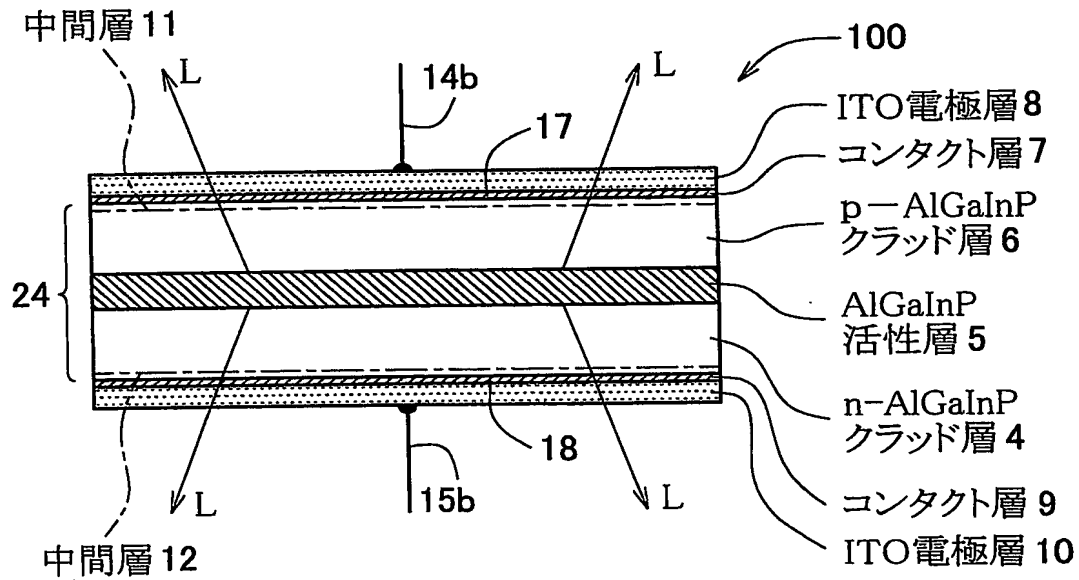


図2

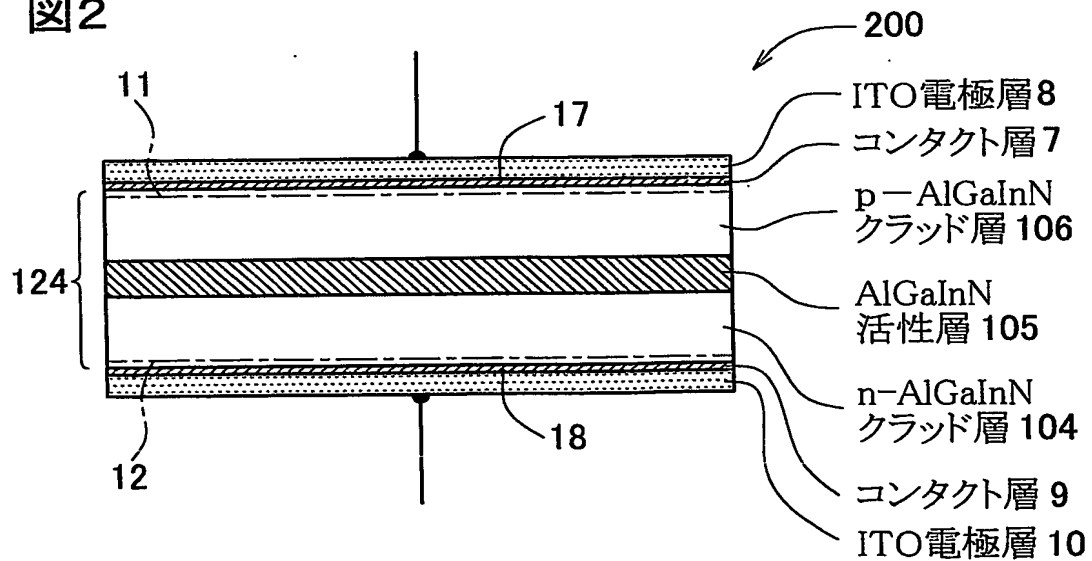


図3

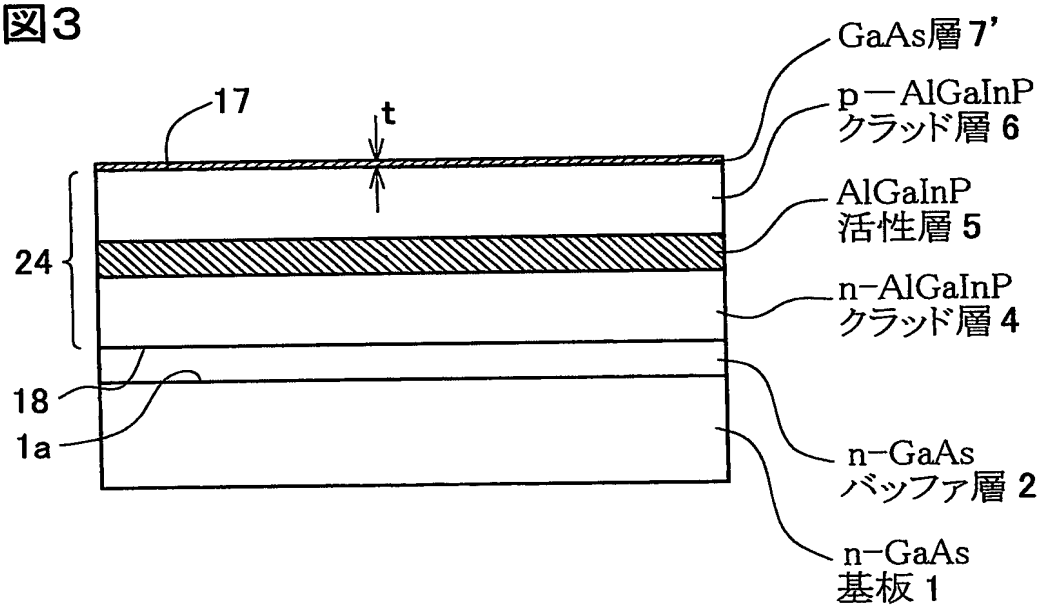


図4A

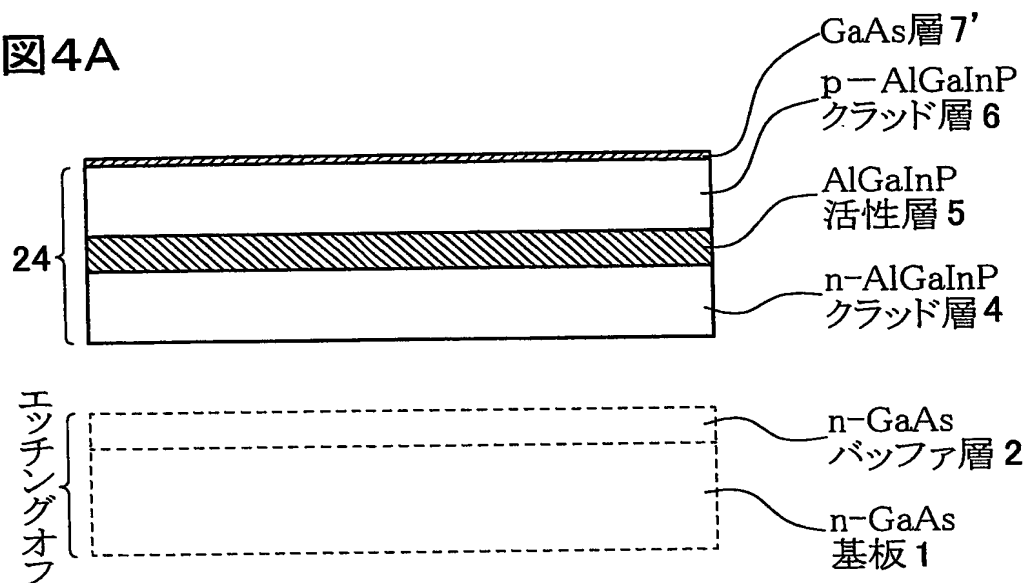


図4B

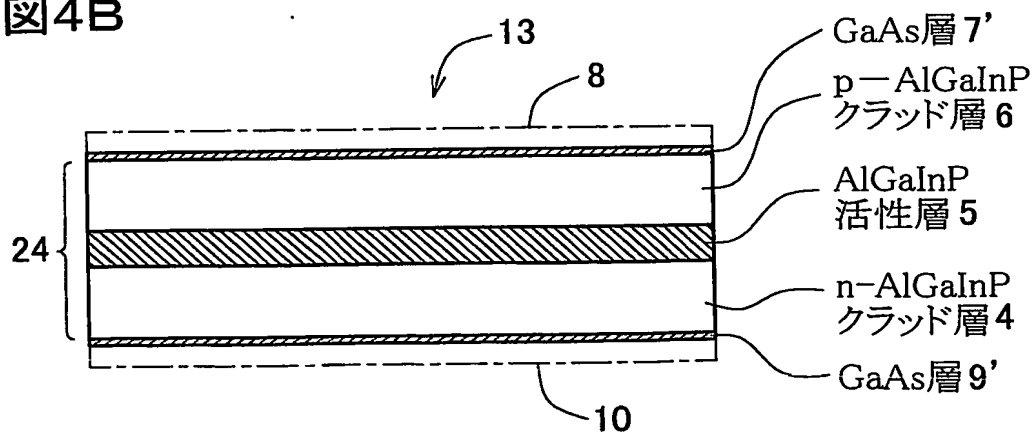


図5

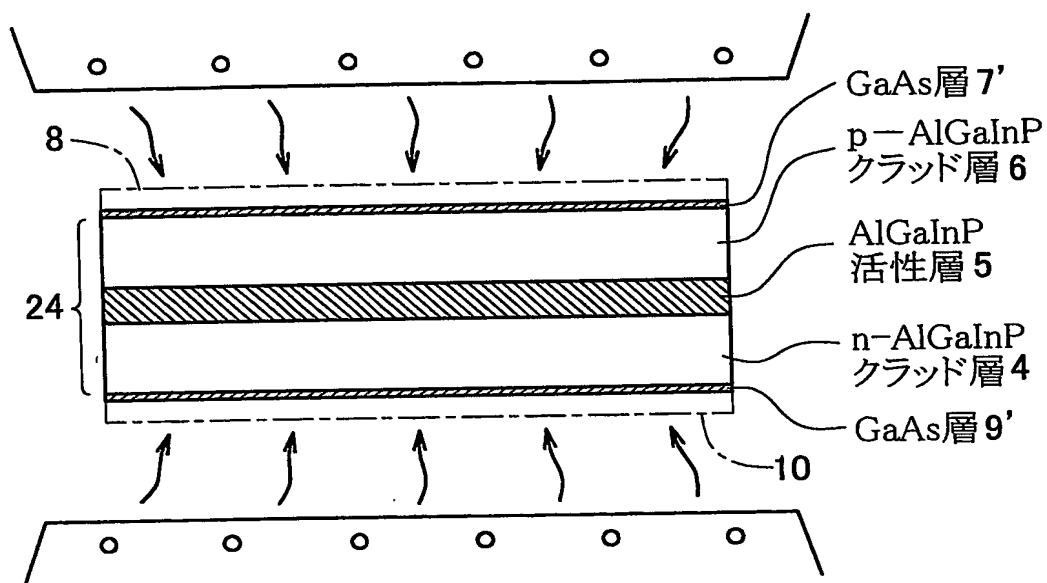


図6

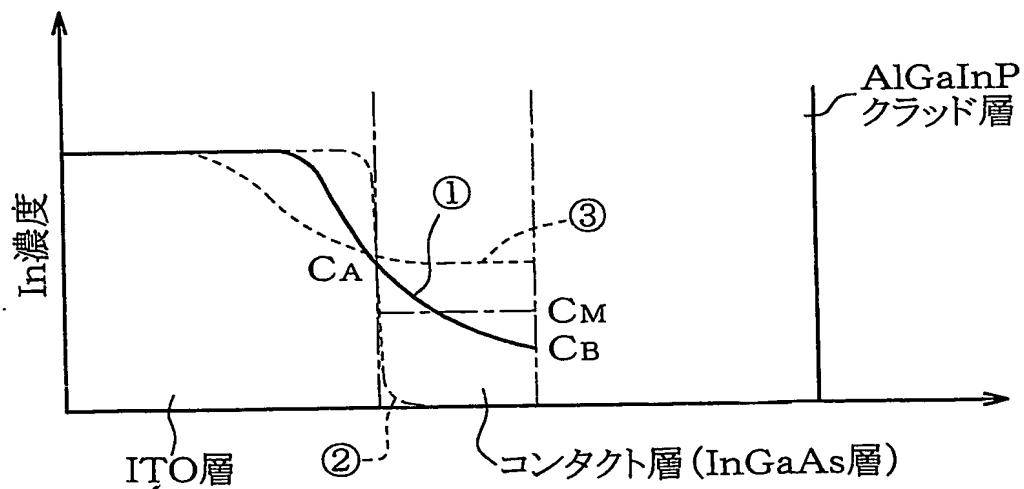


図7

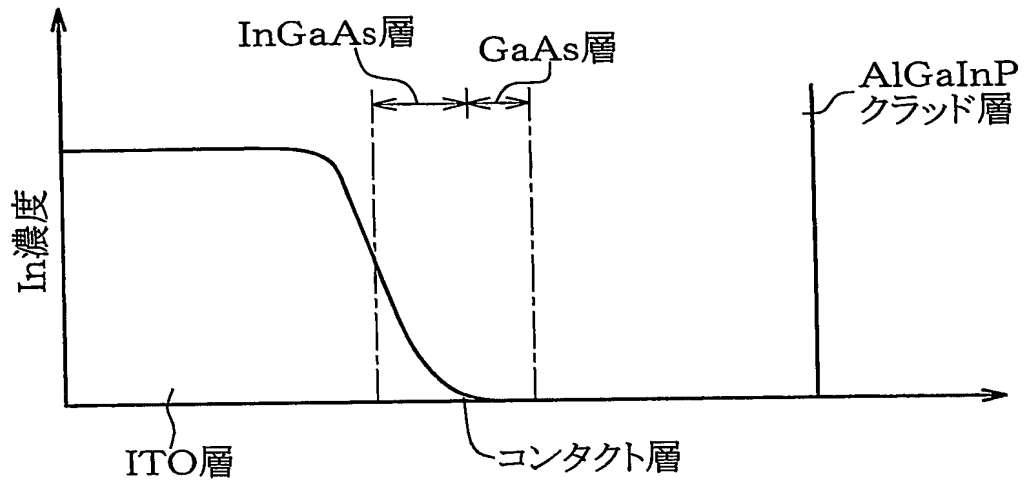


図8

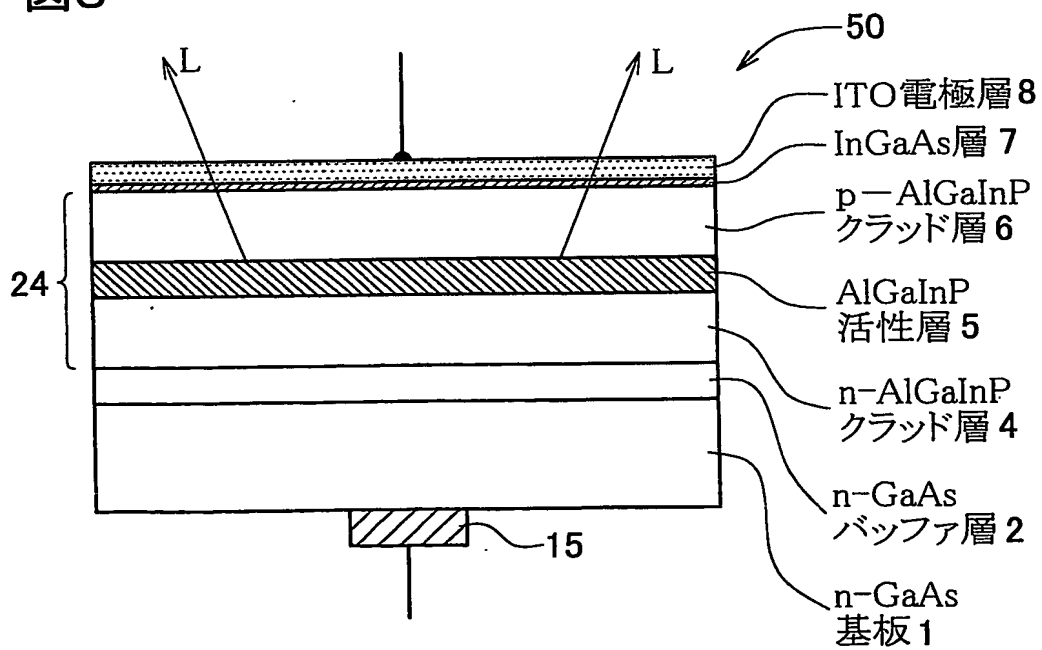


図9

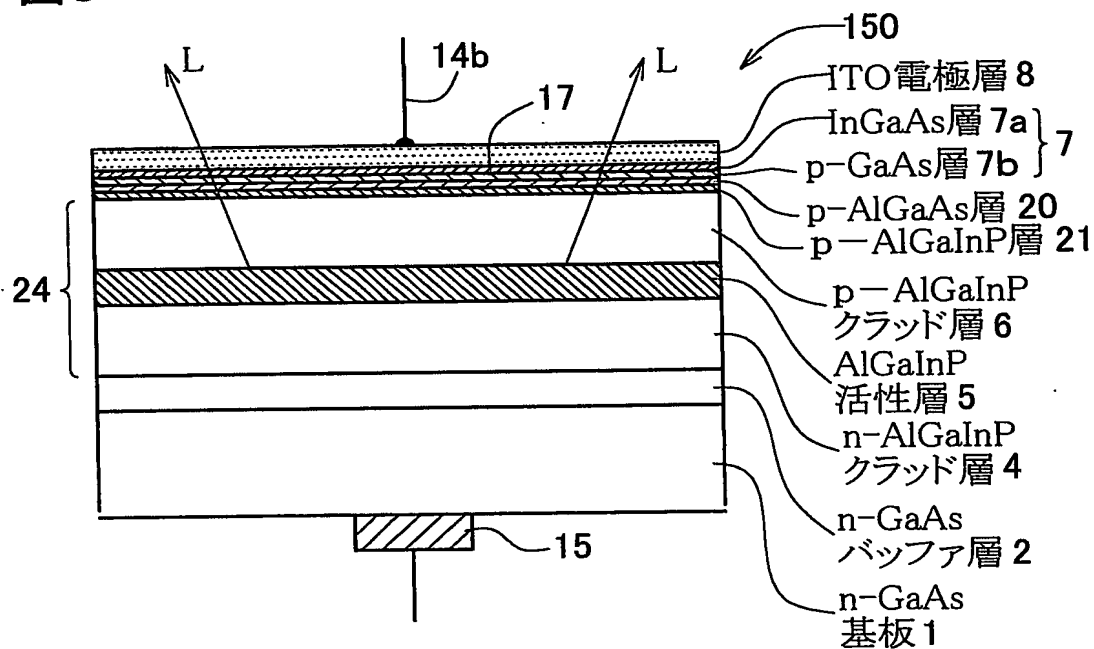


図10

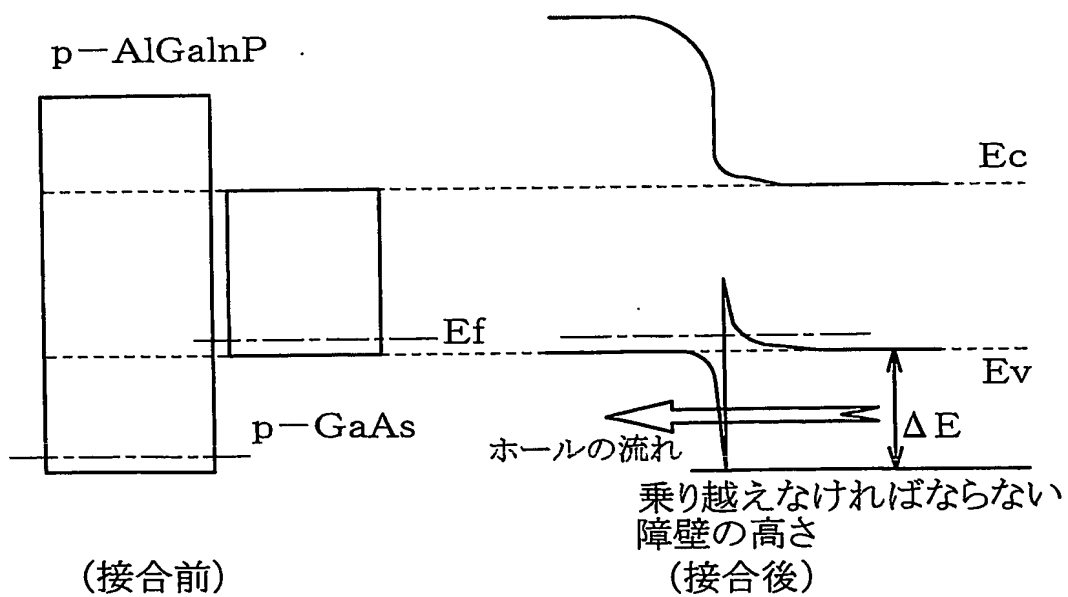


図11

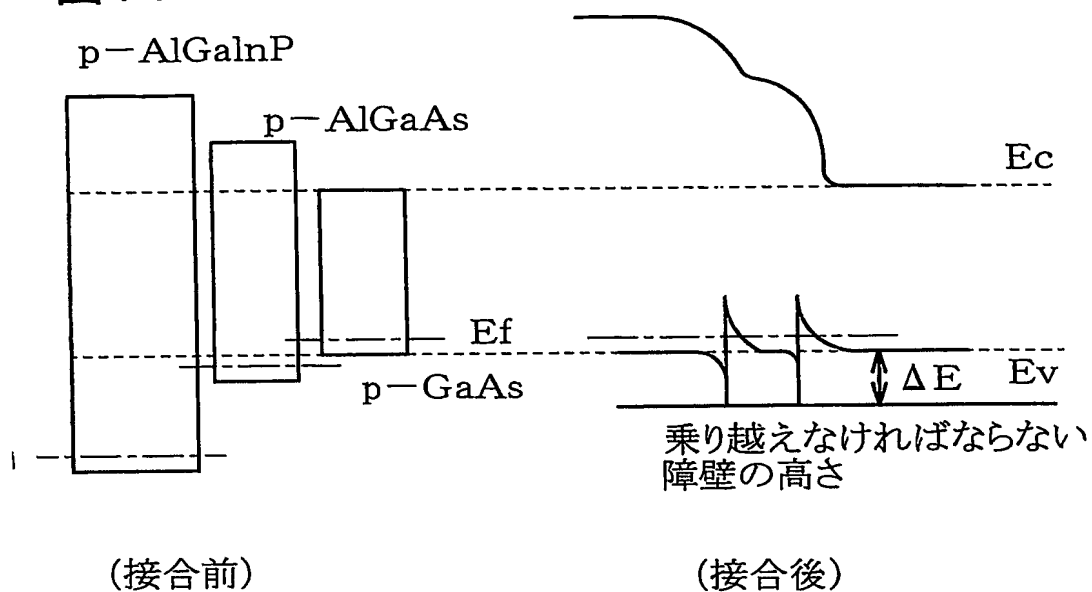


図12

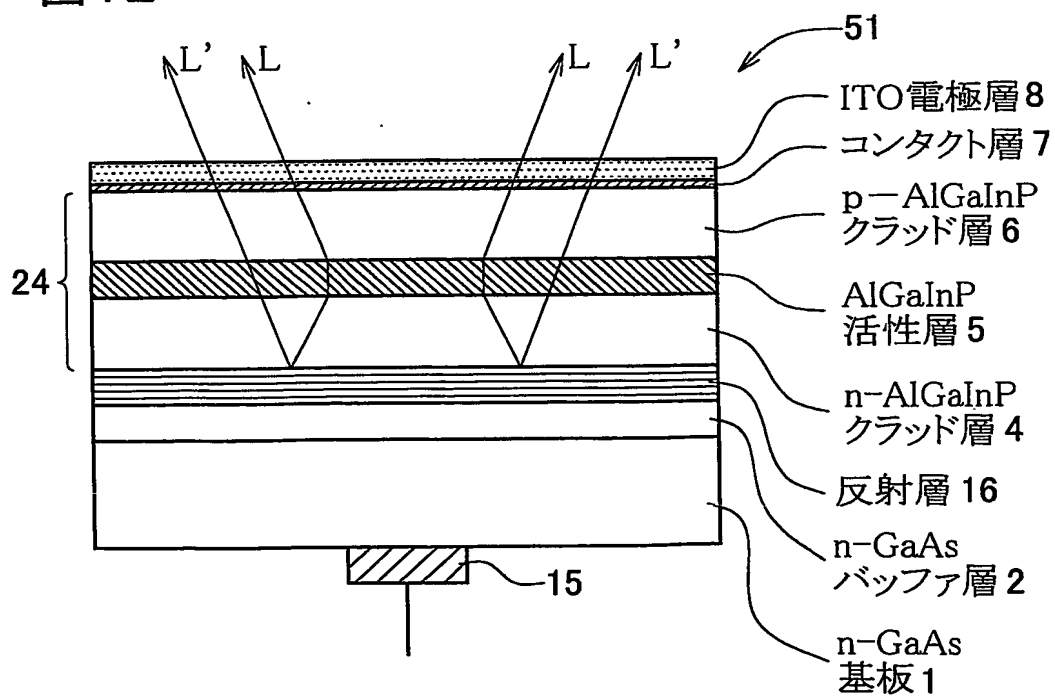


図13A

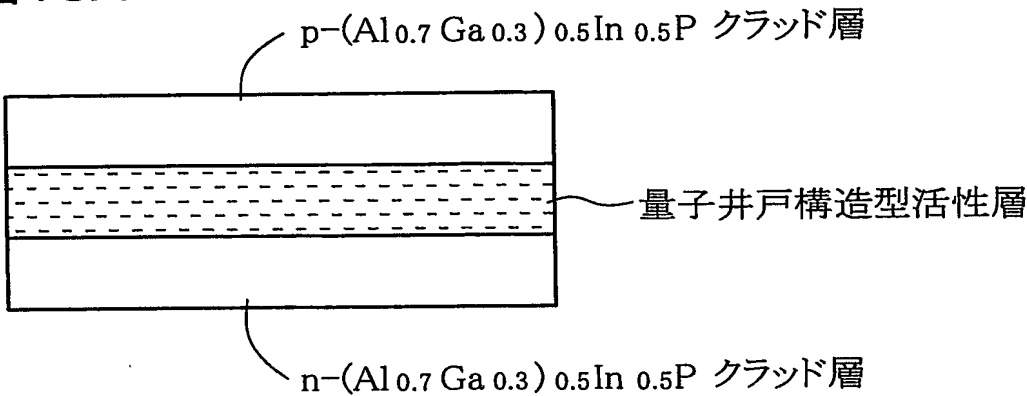


図13B

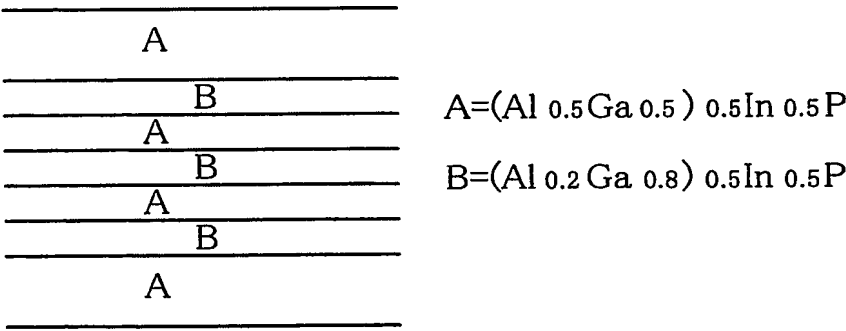
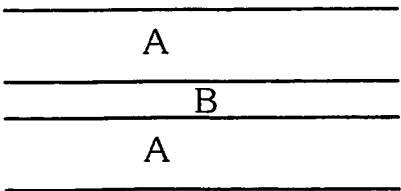


図13C



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/09979

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01L33/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01L33/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-144322 A (Toshiba Corp.), 25 May, 2001 (25.05.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-20
A	JP 2000-196152 A (Toshiba Corp.), 14 July, 2000 (14.07.00), Par. No. [0037] (Family: none)	1-20
A	US 5481122 A1 (Industrial Technology Research Institute), 02 January, 1996 (02.01.96), Full text; all drawings & US 35665 E	1-20

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
11 November, 2003 (11.11.03)

Date of mailing of the international search report
02 December, 2003 (02.12.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/09979

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6057562 A1 (Epistar Corp.), 02 May, 2000 (02.05.00), Full text; all drawings & TW 417308 B & DE 19817368 A1 & JP 11-17220 A	1-20
A	US 6350997 B1 (Kabushiki Kaisha Toshiba), 26 February, 2002 (26.02.02), Full text; all drawings Fig. 3 & TW 417142 B & JP 11-307810 A	1-20 9-11, 17-20
A	JP 2001-223384 A (Kabushiki Kaisha Toshiba), 17 August, 2001 (17.08.01), Full text; all drawings Fig. 5 & TW 483205 B	1-20 9-11, 17-20
P,X P,Y	JP 2003-174197 A (Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.), 20 June, 2003 (20.06.03), Full text; all drawings (Family: none)	1-10, 12-19 11, 20

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L33/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L33/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2001-144322 A(株式会社東芝) (ファミリーなし) 全文全図 2001. 05. 25	1-20
A	JP 2000-196152 A(株式会社東芝) (ファミリーなし) 段落0037 2000. 07. 14	1-20
A	US 5481122 A1 (Industrial Technology Research Institute) & US 35665 E 全文全図 1996. 01. 02	1-20

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

11. 11. 03

国際調査報告の発送日

02.12.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

近藤 幸浩

2 K

8 4 2 2

電話番号 03-3581-1101 内線 3253

C (続き) . 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示		関連する 請求の範囲の番号
A	US 6057562 A1 (Epistar Corp.) & TW 417308 B & DE 19817368 A1 & JP 11-17220 A 全文全図	2000. 05. 02	1-20
A	US 6350997 B1 (Kabushiki Kaisha Toshiba) & TW 417142 B & JP 11-307810 A 全文全図 FIG. 3	2002. 02. 26	1-20 9-11, 17-20
A	JP 2001-223384 A(株式会社東芝) & TW 483205 B 全文全図 図 5	2001. 08. 17	1-20 9-11, 17-20
PX PY	JP 2003-174197 A(信越半導体株式会社) 全文全図 (ファミリーなし)	2003. 06. 20	1-10, 12-19 11, 20

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.